



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Caicay Diaz, Jose Rolando (orcid.org/0000-0002-9783-7581)

**ASESOR:**

Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto (orcid.org/0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA — PERÚ**

**2024**

## DEDICATORIA

Al creador al darme una segunda oportunidad después de afrontar y vencer al Covid-19, para poder disfrutar de la vida con mi familia y alcanzar mis objetivos

A mi padre José Caicay Chepe porque desde el cielo bendice cada uno de mis logros, a mi madre María por la vida, a la Sra. Susana Vallejos, por el apoyo en la formación personal y la preocupación y seguimiento académico durante mi etapa escolar.

A la maravillosa mujer que comparte su vida junto a la mía, mi esposa Violeta, y a mis preciados tesoros, mis hijas Mailen y Danna, razón por la cual cada día soy mejor padre y profesional y especialmente a mi amiga Isis Areana.

A las grandes personas que desinteresadamente me ayudaron y me guiaron con sus consejos en este largo camino de vida, a Francisco Julca y Elvira Mendoza, mis padrinos.

Bach. Caicay Díaz José Rolando

## **AGRADECIMIENTO**

En general a mis docentes por la gran labor de impartir conocimiento, y valores en mi vida escolar y universitaria, con el noble propósito de lograr profesionales competentes, creativos, con valores y sobre todo que sirvan al desarrollo del país, a través, del desarrollo de nuestra carrera en beneficio de las poblaciones más necesitadas.

Al asesor de esta investigación, quien con su aporte y experiencia ha impulsado el desarrollo y culminación del presente estudio.

Bach. Caicay Díaz José Rolando



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por Gravedad para el Sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023.", cuyo autor es CAICAY DIAZ JOSE ROLANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 18 de Marzo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO <b>DNI:</b> 46000342 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6559-0334	Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 18- 03-2024 15:46:55

Código documento Trilce: TRI - 0740484



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CAICAY DIAZ JOSE ROLANDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por Gravedad para el Sector Huacapampa en Chalaco-Morropón- Piura, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JOSE ROLANDO CAICAY DIAZ <b>DNI:</b> 45330184 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9783-7581	Firmado electrónicamente por: JCAICAY el 18-03-2024 20:53:19

Código documento Trilce: TRI - 0740482

## Índice de Contenidos

CAR TULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	32
3.2. Variables y operacionalización .....	33
3.3. Población, muestra y muestreo .....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
3.6. Método de análisis de datos .....	63
3.7. Aspectos éticos .....	64
IV. RESULTADOS .....	65
V. DISCUSIÓN .....	83
VI. CONCLUSIONES .....	86
VII. RECOMENDACIONES .....	90
REFERENCIAS .....	92
ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Valores recomendados para taludes.</i>	24
<b>Tabla 2</b>	<i>Valores de Rugosidad.</i>	27
<b>Tabla 3</b>	<i>Evaluación de la infraestructura existente.</i>	42
<b>Tabla 4</b>	<i>BM's usados en la topografía.</i>	43
<b>Tabla 5</b>	<i>Numero de Calicatas.</i>	43
<b>Tabla 6</b>	<i>Clasificaciones de suelos.</i>	44
<b>Tabla 7</b>	<i>Cloruros, sulfatos y sales presentes en el suelo.</i>	44
<b>Tabla 8</b>	<i>Lectura de tiempo de llenado del recipiente.</i>	45
<b>Tabla9</b>	<i>Cálculo de la evapotranspiración potencial - Eto (mm/mes).</i>	48
<b>Tabla10</b>	<i>Calculo de la precipitación efectiva.</i>	48
<b>Tabla 11</b>	<i>Coeficiente de cultivos (Kc).</i>	49
<b>Tabla 12</b>	<i>Evapotranspiración real.</i>	50
<b>Tabla 13</b>	<i>Demanda de agua - sector Huacapampa.</i>	51
<b>Tabla 14</b>	<i>Oferta de agua en el sector Huacapampa - Chalaco - Morropón.</i>	52
<b>Tabla 15</b>	<i>Balance hídrico para el sector Huacapampa.</i>	53
<b>Tabla 16</b>	<i>Bm's usados en el levantamiento topográfico</i>	68
<b>Tabla 17</b>	<i>Numero calicatas y sus características.</i>	69
<b>Tabla 18</b>	<i>Clasificación del suelo mediante sistemas AASHTO Y SUCS.</i>	69
<b>Tabla 19</b>	<i>Presencia de cloruros, sulfatos y sales presentes en el suelo.</i>	70
<b>Tabla 20</b>	<i>Cantidad de terreno total del sector Huacapampa</i>	72
<b>Tabla 21</b>	<i>Características climáticas del sector Huacapampa.</i>	73
<b>Tabla 22</b>	<i>Balance hídrico de los cultivos.</i>	74

<b>Tabla 23</b>	<i>Prueba de normalidad</i> .....	76
<b>Tabla 24</b>	<i>Prueba de Hipótesis del Chi – cuadrado</i> .....	77
<b>Tabla 25</b>	<i>Periodo de retorno y el caudal calculado</i> .....	80
<b>Tabla 26</b>	<i>Resumen de dimensiones resultado del diseño de la captación</i> ....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sección trapezoidal de un canal de riego. Tomado de (D.P.H.M – ANA, 2010,) (18). .....	15
<b>Figura 2.</b> ficha técnica usada para recolección de datos para estudios de suelos. Tomado de (Casteletti, 2018); (19).....	16
<b>Figura 3</b> Cronometro para registra el tiempo de llenado del recipiente. ....	17
<b>Figura 4.</b> Balde de 4 litros usado para aforar. Tomado de (Suarez, 2018); (20) .....	18
<b>Figura 5.</b> Parámetros que influyen en el cálculo de la evapotranspiración. ....	19
<b>Figura 6.</b> Escala de Beaufort con 13 grados. Tomado de (Chereque,2013); (24). .....	22
<b>Figura 7.</b> Secciones usadas para diseño de canales de riego. Tomado de (Cruz,2016); (26).....	22
<b>Figura 8.</b> Eficiencias de riego para los distintos riegos. Tomado de (Urrutia (27)). .....	26
<b>Figura 9.</b> <i>Cálculo del Caudal de diseño</i> .....	46
<b>Figura 10.</b> Tomado del Portal de servicios de resumen climático en línea. (IWMI 2023); (51) .....	47
<b>Figura 11.</b> <i>Diseño del Canal de aducción con Software H canales.</i> .....	54
<b>Figura 12.</b> Hoja de cálculo para diseño del desarenador. Tomado de W. Ríos E. ....	56
<b>Figura 13.</b> <i>Canal de conducción - Concreto.</i> .....	56

<b>Figura 14.</b> <i>Localización del ámbito del estudio</i> .....	66
<b>Figura 15.</b> <i>Vista panorámica de la Proyección del sistema de riego</i> .....	67
<b>Figura 16.</b> <i>Vista del reservorio totalmente colmatado</i> .....	67
<b>Figura 17.</b> <i>Excavación y extracción de muestras de las calicatas C1 y C2. ...</i>	68
<b>Figura 18.</b> <i>Aforo de la quebrada los Potros-Huacapampa</i> .....	71
<b>Figura 19.</b> <i>Resultado del aforo</i> .....	71
<b>Figura 20.</b> <i>Reunión con el comité de regantes</i> .....	72
<b>Figura 21.</b> <i>Distribución del volumen de agua disponible para cada mes. ....</i>	75
<b>Figura 22.</b> <i>Dimensiones del canal de aducción</i> .....	77
<b>Figura 23.</b> <i>Dimensiones del Desarenador</i> .....	78
<b>Figura 24.</b> <i>Dimensiones del canal de Conducción</i> .....	79
<b>Figura 25.</b> <i>Vista en planta de la bocatoma en AutoCAD 2024</i> .....	80

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la demanda hídrica y diseñar un sistema de riego por gravedad en el sector Huacapampa, Chalaco - Morropón-Piura, 2023. Este sistema beneficiará a 562 familias y permitirá el riego de 432,93 hectáreas. Utilizando un enfoque aplicado, transversal y descriptivo con un diseño no experimental, los resultados alcanzaron un diseño eficiente del sistema, que incluye una toma Creager de concreto, un canal de conducción rectangular y un desarenador de concreto armado. La investigación concluye que el estudio topográfico respalda la viabilidad del sistema debido a las pendientes moderadas, se determinó la resistencia a la corte adecuada del suelo para la construcción de la captación y el canal, con un gasto de diseño  $0,127 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Además, las características climáticas de Huacapampa, como los coeficientes de cultivo y la evapotranspiración potencial, destacan para una planificación eficaz del riego. El análisis del balance hídrico también identifica meses con una oferta de agua inferior a la demanda, esto indica la necesidad de intervenir con el diseño de la infraestructura de riego. Por último, la evaluación hídrica de la subcuenca determinó un caudal de  $10 \text{ m}^3$  para un periodo de retorno de 50 años. Se recomienda la limpieza del embalse existente.

**Palabras Clave:** Demanda Hídrica, diseño hidráulico, sistemas de riego por gravedad.

## **ABSTRACT**

The objective of this work is to determine the water demand and design a gravity irrigation system in the Huacapampa sector, Chalaco - Morropón-Piura, 2023. This system will benefit 562 families and will irrigate 432.93 hectares. Using an applied, cross-sectional and descriptive approach with a non-experimental design, the results achieved an efficient design of the system, which includes a concrete Creager intake, a rectangular conduction channel and a reinforced concrete desander. The research concludes that the topographic study supports the feasibility of the system due to the moderate slopes, the shear strength of the soil was determined to be adequate for the construction of the intake and the channel, with a design flow rate of 0.127 m<sup>3</sup>/sec. In addition, the climatic characteristics of Huacapampa, such as crop coefficients and potential evapotranspiration, stand out for efficient irrigation planning. The water balance analysis also identifies months with a lower water supply than demand, indicating the need to intervene with the design of irrigation infrastructure. Finally, the water assessment of the sub-basin determined a flow of 10 m<sup>3</sup> for a return period of 50 years. It is recommended that the existing reservoir be cleaned.

**Keywords:** Water demand, hydraulic design, gravity irrigation systems.

## I. INTRODUCCIÓN

La gestión del agua es un desafío global que ha alcanzado proporciones alarmantes. En el ámbito internacional, según la O.N.U. (2021), Un porcentaje significativo de la población mundial, alrededor del 40%, se encuentra en una situación de carencia de agua, un porcentaje que podría aumentar con el cambio climático en curso, hoy en día, El fenómeno El niño, aqueja las costas de Ecuador y Perú, afectando la infraestructura de riego de manera parcial o en algunos casos de manera irreversible, lo que impide que el riego sea de manera oportuna y en cantidad adecuada. (1)

En Ecuador, Jaramillo (2015), hace referencia que en los últimos años en el sector agrícola es muy difícil el traslado de agua, por la disminución de los caudales en las captaciones debido a las sequias que azotan ese país. (2)

En el Perú existe una brecha económica del 78.48%, con respecto a la irrigación de áreas agrícolas según el M.E.F (2023), enfatiza que el riego es un elemento esencial para el impulso económico del país, Combatir la pobreza, gestionar el agua de forma eficiente y adaptarnos al cambio climático son desafíos cruciales que debemos enfrentar (3)

Así mismo, Jáuregui (2019), menciona en su estudio, que la agricultura es una de las acciones con mayor gasto y perdida de agua debido al mal manejo de este recurso, por la inexistencia de infraestructura de riego adecuado, como son: sistemas de captación, de almacenamiento y regulación, de control y evacuación de sedimentos.

(4)

En la provincia de Morropón, señala Córdova (2015), el problema principal que afrontan los agricultores es el mal estado de la infraestructura de riego motivo por el cual, no amplían su frontera agrícola y, en consecuencia, no se percibe un impacto válido en el bienestar de los usuarios. (5)

consecuentemente, el problema general radica en la determinación de la demanda hídrica para lograr un diseño adecuado del sistema de riego por gravedad en el sector Huacapampa en Chalaco-Morropón-Piura en 2023, pero, existen limitaciones que ponen en riesgo este proceso, como la falta de datos precisos, la incertidumbre climática y variabilidad, y factores imprevistos en la demanda agrícola. Estas limitaciones pueden dar lugar a consecuencias perjudiciales, como un suministro inadecuado de agua, sistemas de riego poco adaptados a las variaciones estacionales, ineficiencias y una mayor presión sobre el recurso hídrico disponible.

Desde una perspectiva teórica, el estudio tiene similitud con un expediente técnico y destaca la importancia de un análisis de la demanda hídrica y así mismo busca mejorar la producción agrícola proponiendo un sistema de riego adecuado. la investigación se proporcionará al municipio distrital con el objetivo de que realicen las gestiones correspondientes, y de ser necesario, se inicie la etapa de pre inversión e inversión conforme a las normativas de [invierte.pe](http://invierte.pe), y posteriormente, lograr el financiamiento para su ejecución; la información técnica obtenida de la investigación permitirá desarrollar un proyecto sustentable y duradero. Socialmente, garantizar un suministro adecuado y eficiente de agua a través de sistemas de riego bien diseñado, significa asegurar la sustentabilidad de la comunidad, su cultura agrícola y su bienestar. Huacapampa en Chalaco, Morropón, Piura, no es la excepción, un diseño

optimizado podría mejorar significativamente la vida del agricultor y sus familias al garantizar una producción agrícola estable y reducir la vulnerabilidad ante períodos de sequía. Desde una perspectiva metodológica, adoptar un enfoque sistemático, donde se utilizarán datos para analizar la demanda hídrica y diseñar el sistema de riego, lo que permitirá replicar y adaptar las soluciones a otros sectores con características similares. Esta metodología no solo atiende las necesidades inmediatas de Huacapampa, sino que sienta las bases para intervenciones futuras en regiones con desafíos hídricos comparables.

Se plantea como objetivo general, Determinar la demanda hídrica y diseñar un sistema de riego por gravedad adecuado para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón – Piura, 2023. Y a su vez, los siguientes objetivos específicos; primero, calcular las características geográficas para poder definir variables y parámetros para el diseño del sistema de riego, segundo, obtener las características climáticas del sector Huacapampa, tercero, determinar el balance hídrico de los cultivos, cuarto, diseñar un sistema de riego por gravedad eficiente y adecuado para el sector Huacapampa, y como último objetivo específico evaluación hídrica de la sub cuenca para el diseño de la captación del sistema de riego Huacapampa.

Por último, se plantea la siguiente hipótesis general: Con el análisis de la demanda hídrica se obtendrá una propuesta adecuada de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023; así mismo, se plantea la siguiente hipótesis específica: La demanda hídrica intervendrá directamente en los diseños de los sistemas de riego por gravedad.

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro del contexto nacional, se encuentran como antecedentes

Para Villanueva (2018) su objetivo fue mejorar el diseño de la estructura de irrigación por gravedad a través de un estudio topográfico. El método implementado es de carácter aplicado, longitudinal y enfoque cuantitativo, los resultados más destacados revelan que el 23,08% del área estudiada en el barranco de Checras presenta un relieve muy inclinado, lo cual permite utilizar el riego por gravedad. Para emplear este sistema es necesario transportar el agua a través de canales de riego con pendientes pronunciadas y llegar a un embalse desde donde se pueda aplicar. Además, el 53,85% del agua que ingresa por el canal primario no es relevante para esta investigación. En resumen, se puede concluir que el 53,85% del área total tiene una topografía inclinada, donde se pueden aplicar métodos de riego mediante aspersores y localizados; el 23,08% cuenta con una topografía muy inclinada, adecuada para el riego mediante aspersión; el 15,38% presenta una topografía moderadamente inclinada, apta para el riego por aspersión y gravedad; y el 7,69% cuenta con una topografía muy inclinada, donde es probable que se utilice el riego localizado. (6)

Paredes (2019) tiene como objetivo diseñar el canal de irrigación Laguna Viva en Yamobamba, Huamachuco - La Libertad. Se empleó un enfoque descriptivo y no experimental. En el proceso, se determinó el gasto resultante de 0,050 m<sup>3</sup>/seg. El mismo que se diseñó para flujo turbulento con sección de 0.35 m rectangular con base x 0.30 m de altura y 0.10 m de espesor. Adicionalmente, se incluyeron dos divisores

de flujo para los canales de riego secundarios y diez rápidas disipadoras de hormigón armado con dimensiones de base 1.50 m, ancho 0.50 m y 0.75 m de altura. En conclusión, se destaca la importancia del diseño para la renovación del canal de irrigación Laguna Viva para la agricultura y ganadería local, así como el costo total del proyecto, que asciende a 995,792.48 soles. (7)

Ramírez (2020) tiene como objetivo diseñar el canal de irrigación en el caserío El Rosal, ubicado en el distrito y provincia de Julcán, La Libertad. El diseño se realizará utilizando una metodología descriptiva y no experimental. Los resultados indican que la topografía presenta pendientes iguales o mayores al 51%. El gasto de diseño para el canal de irrigación se establece con 0.10 m<sup>3</sup>/seg. El test de geotecnia revela la presencia de terrenos heterogéneos prototípicos con una  $q_a$  de 1,32 kg/cm<sup>2</sup>. El canal y las obras complementarias se diseñaron siguiendo las pautas determinadas por el A.N.A, incluyendo pendientes adecuadas o radios mayores a los mínimos requeridos. El proyecto consta de un tramo de canal primario y otro tramo secundario o ramal de caja trapezoidal y flujo subcrítico. También incluye una toma y construcciones complementarias como el desarenador y cuatro rápidas. Se concluye que la topografía presenta un medio escarpado, con declives transversales que fluctúan de 51% a 100%. El estudio del suelo revela un rango de humedad en los pozos de prueba entre 9,80% y 21,15%, con  $q_a$  del terreno igual a 1,32 kg/cm<sup>2</sup>. El estudio hidrológico puntualizó un gasto de diseño para la toma igual a 0,10 m<sup>3</sup>/seg. Finalmente, un monto referencial para el proyecto, se estima en 1,943,798.96 soles. (8)

Con respecto a los antecedentes Internacionales tenemos:

Chávez y Cipagauta (2020) realizaron un estudio para estimar la demanda hídrica de los principales sembríos del distrito de riego Asoprado ubicado en Prado, Tolima. Se utilizó una metodología descriptiva de corte transversal con diseño no experimental. Los resultados se presentaron en mapas y series de tiempo que muestran las variables del balance energético estimadas para cuantificar la Evapotranspiración Real (ETa) utilizando SAFER durante el periodo de estudio. Durante los meses secos, se observó que la metodología convencional tiende a sobreestimar la ETa en un rango del 30% al 70%, mientras que, en los meses húmedos, la sobreestimación disminuye, pero aún oscila entre el 5% y el 30%. Para tener en cuenta las pérdidas de presión que no llegan a las plantas, se calculó la presión efectiva para una estimación más precisa de la necesidad hídrica de los sembríos. El estudio concluye con una comparación entre los valores estimados por MODIS y los obtenidos mediante el método de la FAO, que revela que los resultados de MODIS son coherentes. Por último, se destaca la importancia de contar con apoyo al riego durante las etapas iniciales de los dos periodos de cosecha del año, mientras que durante el resto del año las pérdidas del cultivo debidas a los procesos de evapotranspiración se compensan con la disponibilidad de agua. (9)

El estudio realizado por Angulo y Velásquez (2017) tiene como objetivo identificar las partes esenciales y necesarias para el desarrollo del balance hídrico, así como investigar el estado actual de la finca Flores-Canelón, en busca de posibles mejoras en el uso del agua. Para la realización de este estudio se utilizó la metodología descriptiva, no experimental. Los resultados obtenidos a través del balance hídrico indican los subsecuentes gastos para diferentes etapas de retorno: 0,37 m<sup>3</sup>/seg para

un P.R. de (3) años, 0,57 m<sup>3</sup>/s para un P.R. de (5) años, 0,96 m<sup>3</sup>/s para un P.R. de (10) años, 1,27 m<sup>3</sup>/s para un P.R. de (25) años y 1,40 m<sup>3</sup>/s para un P.R. de (50) años. En el desenlace del estudio se remarca la importancia de realizar una recopilación exhaustiva en la información relacionada con la lluvia, los canales de riego, el estudio topográfico, la medición del agua de los pozos profundos y los gastos diarios. Adicionalmente, se menciona que esta información ha sido asumida y registrada en hojas de cálculo, y está disponible para su uso desde 2007 hasta 2016, para lograr un balance hídrico adecuado. (10)

La investigación realizada por Ramírez (2017) tiene como objetivo desarrollar un programa de utilización eficiente y ahorro de agua (P.U.E.A.A) utilizando un modelo con proyección para estimar la demanda Hídrica en la propiedad de Cabaña. El enfoque metodológico utilizado es descriptivo y no experimental. En cuanto a los resultados obtenidos, se destaca que, en 2017, la proyección de los cambios en el terreno en función de la antigüedad del cultivo revela que en el periodo de agosto y septiembre experimentan un mayor requerimiento de agua. Esto coincide con la etapa de riego predominante en la mayoría de las zonas cultivadas. En comparación con 2016, se observa un crecimiento del 64,5% en el promedio anual de la superficie de regadío, con un aumento significativo en el mes de agosto, pasando del 71% al 79,3%. El análisis de la demanda hídrica anual revela que la finca Cabaña experimenta principalmente déficit hídrico, destacando la importancia de implementar estrategias para perfeccionar la efectividad del riego y priorizar las parcelas menos eficientes. Se concluye que de enero a marzo y de julio a octubre no hay suficiente recurso disponible para satisfacer las necesidades de la plantación, lo que indica insostenibilidad hídrica.

Mejorar los sistemas de riego existentes es crucial para evitar impactos negativos en la productividad de los cultivos. Esto es especialmente importante teniendo en cuenta que los sistemas de riego por surcos tienen una mayor repercusión sobre el medio ambiente debido a su baja eficiencia, que ronda el 50%. Además, el requerimiento hídrico para la planta de caña de azúcar en la finca La Cabaña no puede satisfacerse durante 7 de los 12 meses de 2016 y 2017 debido a la ineficacia de las estructuras para irrigación y los sistemas de transporte de agua para riego actuales. (11)

Antecedentes en otros idiomas:

Brandão (2017) Em sua pesquisa o autor tem como objetivo o estudo do regime hídrico no município de Canindé. Para isso, calcula-se o balanço hídrico climatológico e definem-se os anos padrão: seco, normal e úmido, numa série histórica de 1974 a 2004. Em termos metodológicos, a pesquisa adota uma abordagem descritiva, calculada em registros de alocação de água. Os registros identificam 36 culturas irrigadas, utilizando água do rio Jaguaribe, abrangendo uma área de exploração anual de 7.570 hectares. Através da interpolação de dados meteorológicos são gerados balanços hídricos individuais para cada município e, especificamente, para as regiões irrigadas pelo Rio Jaguaribe, permitindo uma estimativa mais eficiente das quantidades e custos associados a cada área irrigada. As conclusões destacam a contribuição desta pesquisa para os estudos hidroclimáticos em Canindé, destacando o regime hídrico local e identificando o potencial e as limitações do local. Observa-se que áreas com maior déficit hídrico são mais suscetíveis à degradação ambiental, enquanto aquelas com pequeno excedente hídrico poderiam ser utilizadas para expansão da agricultura familiar na localidade. Ao caracterizar os valores reais da

evapotranspiração nos diferentes anos, obtém-se o conhecimento da quantidade de água evapotranspirada no sistema, que pode ser aplicado na gestão dos reservatórios do município. A pesquisa contribui para liberar apenas a quantidade de água necessária à dinâmica produtiva do local, conseguindo assim uma gestão mais eficiente e otimizada do recurso hídrico e prolongando o custo ideal de abastecimento de água para a população. Além disso, ao caracterizar os valores potenciais de evapotranspiração, podem ser identificadas áreas estratégicas para a implementação de infraestruturas hídricas, considerando temperaturas mais baixas e precipitações mais elevadas. Isso reduziria significativamente a quantidade de água perdida do reservatório. Adicionalmente, através da agronomia é possível determinar quais culturas são mais adequadas para uma determinada quantidade de água no sistema de irrigação, resultando no aumento da produção e produtividade agrícola, bem como na redução de perdas de culturas devido à escassez de água em condições ótimas.

(12)

Martins et al. (2022) realizaram um estudo para identificar a demanda hídrica atual e futura para as culturas do feijão e do milho em Sobral. A metodologia utilizada foi a descritiva, e as descobertas mostraram os menores dados de ETc total foram registrados no dia 15 de março, sendo 278,2 mm para o feijão e 454,4 mm para o milho. Por outro lado, os maiores valores de ETc e IR para ambas as culturas ocorreram na data de semeadura, 15 de maio. À medida que a plantação avança, a necessidade de irrigação aumenta para satisfazer as necessidades de água das culturas. Os dados foram recolhidos de várias fontes, tais como INMET, NASA/POWER, e dados futuros da plataforma PROJETA. Utilizou-se o modelo

CROPWAT 8, e determinou-se que a ETc por ciclo variou de 278,2 a 302,3 mm para o feijão e de 454,4 a 522 mm para o milho. As necessidades hídricas das culturas variam consoante a época de plantação, sendo janeiro e fevereiro os meses ideais para a plantação de feijão e milho, enquanto abril e maio exigem maiores contribuições de irrigação. (13)

Wanyama and Bwambale (2023) aim to conduct hydraulic modeling of irrigation canals to improve flow conditions in surface irrigation systems. This study employs a descriptive, qualitative and non-experimental methodology. A comprehensive hydraulic modeling approach is presented to enhance flow conditions in irrigation canals. The results show that channel conditions generate significant improvements compared the present state of the channel. The application of a concrete liner leads to a 37% increase in flow conditions, while sediment and vegetation removal contribute to a 20% increase in flow conditions. These findings underscore the potential of hydraulic modeling in guiding both the design and management of irrigation canals, ensuring sustainable water usage practices. In conclusion, the study establishes that the use of concrete enhances flow conditions in irrigation canals by 37% in comparison to the present state of the channel. Additionally, it is concluded that sediment and vegetation removal improve water usage efficiency in unlined channels by 20%. (14)

Con respecto a los artículos científicos tenemos:

Los investigadores Aragón et al. (2018) plantean como objetivo analizar las transformaciones ocurridas en el sistema de producción agrícola como resultado de la intervención en el canal de riego. Para ello, utilizaron el método Ex post y analizaron

dos períodos: antes y después de la mejora del canal. La identificación del sistema y de las partes y factores de producción agrícola se realizó a través de entrevistas y la elaboración de mapas temporales. Durante ambos períodos, se analizaron los métodos de productividad agrícola y el empleo de la tierra. Entre los resultados más destacados, se encontró un aumento en la diversidad de cultivos después de la intervención, pasando de tres a dieciséis, con un enfoque en el incremento de los cultivos de tomate de árbol, maíz y frejol, que ocuparon el 69% del área influenciada por el canal. También se observó un aumento en la infraestructura, incluyendo invernaderos y embalses. Sin embargo, se registraron costos de producción más altos y se identificaron impactos socioeconómicos y medioambientales. En conclusión, estos cambios llevaron a la sustitución de cultivos tradicionales como trigo y cebada por otros como tomate de árbol, maíz y aguacate. En resumen, la intervención en la infraestructura del canal de riego generó tanto consecuencias positivas como negativas en el sistema de producción agrícola. (15)

Prieto et al. (2017) centran su investigación en evaluar el rendimiento del riego superficial a nivel de campo y proponer tecnologías eficientes adaptables a los requerimientos locales. Asimismo, pretenden establecer bases agronómicas para definir regulaciones en la entrega de recurso por volumen y semidemanda. Entre los resultados encontrados, se destaca que la cantidad promedio de recurso aplicada en cada aplicación fue de 185 mm, superando la capacidad determinada en el diseño original del Proyecto Río Dulce, que era de 90 a 100 mm, transmitidos durante 50 minutos a 1 hr/ha, según el caudal y tiempo de aplicación de recurso reglamentario de 300 lt/seg. Las cantidades de agua aplicadas variaron entre 80 y 330 mm, lo que indica

situaciones de riego insuficiente y excesivo, respectivamente. El riego insuficiente, caracterizado por una aplicación insuficiente de agua, no satisface los requerimientos de recurso de las plantas ni los criterios de lixiviación para mantener un equilibrio salino. Por otro lado, el exceso de riego, que implica una aplicación excesiva de agua, recarga la capa freática y afecta a las condiciones de salinización ascendente. Se concluye que la uniformidad del riego está fuertemente ligada a la nivelación del terreno, siendo posiblemente el parámetro más crucial para determinar la calidad del riego superficial. Además, se dispone que el rendimiento del riego a nivel de parcela puede mejorarse mediante la sistematización de los lotes y una gestión adecuada del agua. Se destaca la importancia de un correcto diseño, implantación y funcionamiento del sistema de riego, junto con un adecuado mantenimiento, para lograr un uso eficiente del recurso. Se sugiere el suministro de agua por volumen y semi demanda para una mejor sincronización entre los requerimientos hídricos de las plantaciones y los volúmenes disponibles de recurso, con el objetivo de promover un uso responsable de los recursos y mejoras a nivel de parcela. Es imprescindible abordar conjuntamente la modernización de la parcela y del entorno, aplicando medidas complementarias para lograr una mayor flexibilidad del sistema. Durante la observación, se identificaron problemas de nivelación en terrenos con pendientes pronunciadas en la dirección del riego, lo que provoca que los niveles de agua sean más altos en las zonas bajas del terreno. (16)

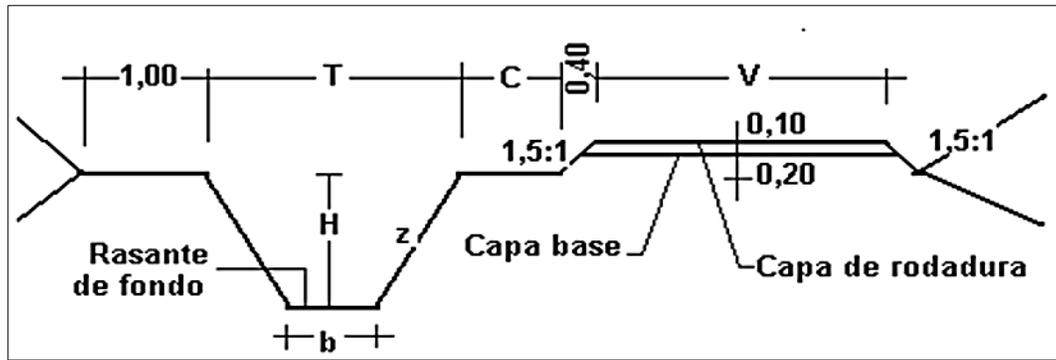
Teorías, y conceptos que refuerzan el presente trabajo de investigación a continuación, son presentadas:

Cisneros (2003) define el Sistema de Riego como un conjunto de instalaciones técnicas que buscan mejorar las tierras. Este sistema abarca aspectos como la fuente de regadío, la toma de agua, el canal principal, los canales de suministro, una red de drenaje, infraestructura complementaria como compuertas o válvulas, así como instalaciones que aseguran un suministro constante de agua durante todo el ciclo de riego (17).

La topografía; Según D.P.H.M - ANA (2010), es uno de los elementos fundamentales en el diseño de canales de riego es la topografía. Para conseguirlo, hay que seguir estos pasos: Exploración del terreno. Hay que explorar el lugar, registrando todas las particularidades que puedan afectar la trayectoria probable del eje, indicando el hito de partida y el hito final (georreferenciados). Trazado preliminar el equipo de topografía recoge la información, insertando estacas en el polígono inicial y recogiendo después datos con equipos topográficos. Después, se nivela el polígono y se utilizan los equipos para recoger los puntos de las secciones transversales. Éstas se determinarán según el criterio del topógrafo. Si la zona tiene una pendiente fuerte y variable, el levantamiento se hará cada cinco metros. Si la zona no tiene cambios significativos de pendiente y es uniforme, la sección transversal se establecerá a una distancia no superior a 20 m. (18)

Trazado final; La escala del proyecto a desarrollar depende en gran medida del relieve de la zona y de la exactitud requerida. Para parcelas con pendientes superiores al 25%, se recomienda utilizar una escala de 1:500. Para pendientes inferiores al 25%, se sugiere una escala que oscile entre 1:1000 y 1:2000. Al momento de bosquejar el perfil longitudinal de un canal, las escalas más comunes para la dirección horizontal son 1:1000 o 1:2000, mientras que para la dirección vertical la escala más adecuada es de 1:100 o 1:200, con una relación de uno a diez entre ellas. Para dibujar y procesar la información, se pueden emplear herramientas como AutoCAD Clásico, land, map y Civil 3d. Al diseñar el talud, es fundamental considerar los puntos de recogida para los canales de riego, así como los puntos de confluencia para el drenaje y las obras de arte. Se sugiere usar una copia del perfil longitudinal del trazado como base para el diseño del talud. En casos de terrenos empinados, es necesario planificar cascadas o saltos para poder llevar a cabo el proyecto. Para determinar la pendiente de fondo, se realizan pruebas de caudal usando distintas secciones hidráulicas, para comprobar la velocidad obtenida relativo al tipo de recubrimiento a utilizar, o si se trata de un cauce natural. El perfil longitudinal final de la estructura de conducción debe contener información como la distancia en kilómetros, la altitud del terreno, los puntos de referencia (BM) cada 500 o 1000 metros, el grado de inclinación, la ubicación de las curvas con los elementos correspondientes a la curva, la localización de las estructuras complementarias, los tramos de sección del canal señalando su kilómetro, el tipo de terreno, y una tabla con los componentes hidráulicos y geométricos del canal diseñado.

(18)



**Figura1.** Sección trapezoidal de un canal de riego. Tomado de (D.P.H.M – A.N.A, 2010,) (18).

Donde:

T= base mayor del Canal.

b= base menor.

z=talud.

C=berma perteneciente al camino, puede ser: 0.50; 0.75 o 1.00 m, según el tipo de orden del canal.

V= Ancho del camino de mantenimiento, puede ser: 3.00m, 4.00m y 6.00 m, según el tipo de orden del canal.

H=Altura de sección de canal o profundidad de rasante.

La Mecánica de Suelos, según Casteletti (2018), se enfoca en el análisis físico de los suelos, abordando características índices y propiedades mecánicas e hidráulicas.

Entre estas propiedades están la relación de vacíos, la porosidad, el grado de saturación, los pesos volumétricos, los límites de consistencia y la consistencia natural.

El análisis de las propiedades mecánicas, como la compresibilidad, la deformabilidad y la resistencia al corte, así como de las propiedades hidráulicas, permite estudiar cuestiones de estabilidad en estructuras como excavaciones, túneles, terraplenes,

presión de tierras y capacidad de carga. también trata temas como los asentamientos, las filtraciones, las presiones hidrodinámicas, la estabilidad de los taludes, la consolidación y las relaciones tensión-deformación-tiempo. Para examinar el suelo y obtener muestras, se utilizan pozos a cielo abierto, calicatas o fosas, permitiendo la construcción de un perfil estratigráfico y la obtención de muestras. Las mejores muestras inalteradas se obtienen labrando la pared o el fondo del pozo. La profundidad de excavación de estos pozos depende de las condiciones del lugar y la ubicación del nivel de agua libre, alcanzando manualmente hasta 2 a 3 metros y con retroexcavadoras hasta 10 metros. (19)

CALICATA																	
OBRA: _____		SITUACIÓN: _____			CALICATA N°: _____			COORDENADAS: _____			PROGRESIVA: _____						
		COTA _____															
PROFUNDIDAD (m)	PERFIL ESTRATIG.	DESCRIPCION	$\omega$ %	Gs	GRANULOMETRIA			LIMITES E I.P			COMPACTACION		C	$\phi$	$\gamma_m$	CLASIFICACIÓN	
					%G	%S	%F	LL	LP	IP	$\gamma_{dmax}$	$\omega_{op}$				SUCS	AASKTO
OPERADORES/CAMPO: _____				LABORATORIO: _____				REVISADO POR: _____									
				FECHA: _____													

**Figura 2.** ficha técnica usada para recolección de datos para estudios de suelos. Tomado de (Casteletti, 2018); (19).

Aforo Volumétrico; de acuerdo con Suarez (2018), es posible calcular el caudal al observar la disminución del nivel de agua en un lugar donde se pueda colocar un recipiente. Para efectuar esta medición, se requiere de un cronómetro y un recipiente que esté calibrado, como un balde en casos de bajo flujo de agua o una caneca en

situaciones de mayor caudal. El recipiente se coloca debajo de la corriente o vertimiento de manera que recibe todo el flujo, y se activa el cronómetro. (20)

El proceso de medición comienza en el momento en que el recipiente entra en contacto con la corriente o vertimiento y finaliza cuando se retira, el caudal se obtiene con la siguiente formula:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Dónde:

Q = Gasto en m<sup>3</sup>/s.

V = Volumen m<sup>3</sup>.

T = Tiempo expresado en seg.

Por consiguiente, este enfoque es de uso práctico, cuando se trate de cálculos de gastos limitados, en contextos experimentales o para obtener rápidamente una estimación del gasto proporcionado por una determinada fuente de agua. (20)



**Figura 3** Cronometro para registra el tiempo de llenado del recipiente.

Tomado de (Suarez, 2018); (20)



**Figura 4.** Balde de 4 litros usado para aforar. Tomado de (Suarez, 2018); (20)

Área de terrenos; UCHA (2008), Un terreno es un espacio de tierra en el cual las personas pueden construir casas, edificios, negocios y locales, o emplearlo para la agricultura, como el cultivo de una huerta para abastecerse de alimentos frescos. Esta área de terrenos, debe tener en cuenta diferentes criterios como el tipo agrológico, la topografía y los suelos de las tierras, así como la cantidad del agua para irrigar, así como en la cantidad adecuada. (21)

Características climáticas; la Evapotranspiración Potencial Eto (mm/mes) según describe Garay (2009), es la cantidad de recurso evaporado y transpirado por una capa de plantas verdes chicas en pleno desarrollo y con una dotación constante y adecuada de humedad. La estimación de la dependencia del clima se lleva a cabo mediante la evaluación de distintos parámetros climáticos. Entre estos, los más significativos son la radiación recibida, la temperatura del entorno y la humedad relativa. (22)

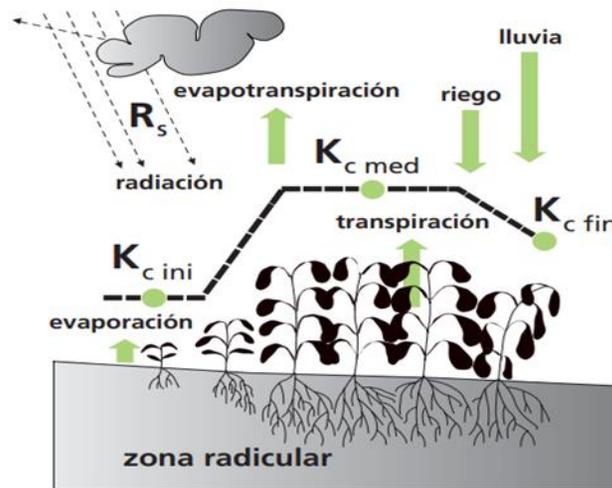
Entre estos, los más significativos son la radiación recibida, la temperatura del entorno y la humedad relativa, se tiene la ecuación siguiente:

$$U_c = 0.9 + 0.00015 \sum (T_{\text{máx.}} - 32)$$

Donde:

$U_c$  = es el uso consuntivo.

$\sum (T_{max.} - 32)$  = es la suma de las temperaturas máximas durante el ciclo de crecimiento menos 32 °F. (22)



**Figura 5.** Parámetros que influyen en el cálculo de la evapotranspiración.

Tomado de (F.A.O). (23)

Otro parámetro importante es la temperatura ( $T$ ); nos menciona Chereque (2013), que es un elemento imprescindible del ciclo hidrológico al que se refiere es la temperatura. La temperatura afecta todas las fases del ciclo hidrológico, desde la evaporación en la superficie de los cuerpos de agua hasta la condensación en forma de nubes y la precipitación. Influye en la tasa de evaporación, ya que, a temperaturas más altas, la velocidad de evaporación es mayor. Por lo tanto, es importante tener registros de temperatura para determinar la evaporación en diferentes cuerpos de agua y calcular las necesidades hídricas para el riego de los cultivos. Los registros de temperatura se

obtienen a través de estaciones meteorológicas distribuidas en diferentes lugares, que registran la temperatura del aire a intervalos regulares. Estos datos son utilizados en fórmulas y modelos para estimar la evaporación y las necesidades hídricas de los cultivos. (24)

La Humedad relativa (Hr); expresa Chereque (2013), se describe a la cantidad de agua evaporada que hay en el ambiente en un momento determinado, comparada con la parte máxima que podría englobar a esa temperatura.

$$\mathbf{Hr = \frac{Ea}{Es} \times 100 \%}$$

Dónde:

HR = Humedad relativa en porcentaje.

ea=Presión de vapor de agua en el aire.

es= Presión de vapor de saturación a la misma temperatura.

Los sicrómetros son herramientas básicas para determinar la humedad relativa, la cual indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire en relación con su capacidad máxima de retención. Esta medida es clave para comprender cómo los seres vivos experimentan la humedad en un ambiente determinado. (24)

La Precipitación Efectiva (Pe), para Vargas y Escobar (2018), es aquella fracción de la Precipitación Total (PT) que permanece en el suelo para satisfacer las necesidades de agua de un cultivo y contribuir con su crecimiento, es decir, el agua que infiltra en el suelo y permanece al alcance de las raíces. Así en función de la precipitación caída durante el mes tenemos: (25)

$$Pe = 0.8 P - 25 \quad \text{Si: } P > 75 \text{ mm/mes}$$

$$Pe = 0.6 P - 10 \quad \text{Si: } P < 75 \text{ mm/mes}$$

Donde:

P = precipitación mensual (mm/mes)

Pe = precipitación efectiva (mm/mes)

En climas secos; las lluvias inferiores a 5 mm no añaden humedad a la reserva del suelo. Así, si la precipitación es inferior a 5 mm se considera una precipitación efectiva nula. Por otro lado, sólo un 75 % de la lluvia sobre los 5 mm se puede considerar efectiva. Se puede usar la expresión:

$$Pe = 0,75 \cdot (\text{lluvia caída} - 5 \text{ mm})$$

En climas húmedos: En climas húmedos o en situaciones, o períodos del año en los que llueva de continuo durante varios días, la precipitación efectiva se obtiene sumando todos los volúmenes de precipitación, salvo cuando en un día llueva menos de 3 mm. (25)

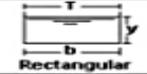
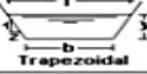
Para Chereque (2013), la "Velocidad del Viento" hace referencia a la rapidez con la que se desplaza. El viento puede tener diferentes intensidades, desde suaves brisas hasta vendavales violentos. Más allá de su papel fundamental en el ciclo hidrológico, el viento también puede afectar diversos aspectos como la navegación, la agricultura y la generación de energía eólica. Su medición y estudio son fundamentales para entender y predecir fenómenos atmosféricos y climáticos. La velocidad se expresa en m/Seg, Km/h o en nudos (1 nudo = 0.514 m/sg = 1.85 Km/h). A fin de tener una idea

del orden de magnitud de la velocidad de los vientos, se reproduce la escala de Beaufort que consta de 13 grados. (24)

Calma	0 - 1	Km/h
Ventolina	2 - 6	
Viento suave	7 - 12	
Viento leve	13 - 18	
Viento moderado	19 - 26	
Viento regular	27 - 35	
Viento fuerte	36 - 44	
Viento muy fuerte	45 - 54	
Temporal	55 - 65	
Temporal fuerte	66 - 77	
Temporal muy fuerte	78 - 90	
Tempestad	91 - 104	
Huracán	> 104	

**Figura 6.** Escala de Beaufort con 13 grados. Tomado de (Chereque,2013); (24).

Así mismo, los elementos Geométricos de un Canal según Cruz (2016), son los elementos propios de la sección transversal al flujo y los elementos propios del perfil longitudinal. Además, se presenta la imagen con las principales secciones usadas en los diseños de canales. (26)

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $\frac{6}{2\sqrt{y(D-y)}}$
 Parabólica	$2/3 Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

**Figura 7.** Secciones usadas para diseño de canales de riego. Tomado de (Cruz,2016);

(26).

Según describe Sánchez (2014), los elementos geométricos como sigue: el radio Hidráulico (R); Es igual al área hidráulica dividido entre el perímetro mojado.

$$R=A/P$$

A=Área (m<sup>2</sup>)

P=Perímetro mojado (m)

La Pendiente (S): Es el declive que adquiere un canal de acuerdo a la topografía de la zona; así mismo se puntualiza como la inclinación del fondo del canal. El área hidráulica (A): Es el área ocupada por el recurso en el canal. El tirante del flujo (a) o (y): Es la altura de la lámina de agua que discurre sobre el canal. Ancho superficial superior (v) o (t): Es el ancho superior que corresponde a la lámina del fluido que está en contacto con la atmosfera, se le llama también espejo de Talud de canal (Z): Es la inclinación de las paredes de un canal. (26)

**Tabla 1***Valores recomendados para taludes.*

Tipo de suelo	TALUD Z:1	
	Canal poco profundo	Canal Profundo
Roca	Vertical	0.25:1
Arcilla compacta o conglomerado	0.5:1	1:1
Limos arcillosos	1:1	1.5:1
Limos arenosos	1.5:1	2:1
Arenas sueltas	2:1	3:1

*Nota.* Taludes recomendados para los distintos tipos de suelo. Tomado de (Urrutia); (27)

También el fondo de canal (f): Es el ancho de la base en un corte transversal y Borde libre (F): Se trata de una medida de confianza en el canal que previene el desbordamiento del fluido y los posibles daños al área que rodea al canal. Para evitar este tipo de situaciones, los expertos recomiendan que el borde libre sea por encima de los 0.30m en los canales de menores dimensiones y alcance, y hasta 1.20m en estructuras de hasta 85 m<sup>3</sup>/seg. Esta recomendación es respaldada por el U.S. Bureau de EE.UU. de norte América. (26)

$$F = (H - a) = F = (H - a) = \sqrt{c \cdot a}$$

F = pie.

c = cte (1.5 para un caudal de 20 pie<sup>3</sup>/s) (2.5 para un caudal de 3000 pie<sup>3</sup>/s).

a = pie.

Velocidad Media (V): refiere Villón (2008), que se puede establecer mediante la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

En los canales sus velocidades varían dentro de un rango específico para evitar problemas como la sedimentación o la erosión. En el caso de las acequias, las velocidades pueden oscilar entre 0.3 y 0.9 metros por segundo. Esto implica que la velocidad mínima debe ser suficiente para evitar que se colmate con partículas finas o gruesas el canal, mientras que la velocidad máxima no debe ser tan alta como para causar daños en los taludes y la base del canal. (28)

La eficiencia de riego (Efr), se refiere a la proporción entre el volumen de agua utilizada por las plantaciones y el volumen de agua dada desde la captación. El sistema de riego desvía una cantidad de recurso hídrico de una fuente natural y lo dirige mediante de un conducto primario y conductos secundarios para por último utilizarlo en la parcela donde se encuentra el cultivo. Es indispensable calcular la eficiencia de riego para evaluar cuánta agua captada en la bocatoma se utiliza realmente en el riego de los cultivos. Esta eficiencia es esencial para calcular la cantidad de agua necesaria en un proyecto de irrigación. La eficiencia de riego se compone de la eficiencia de conducción en el canal principal, la eficiencia de distribución en los canales laterales y la eficiencia de aplicación a nivel de parcela. El producto de estas tres eficiencias determina la eficiencia de riego del sistema en su conjunto. (28)

$$Efr = Efc \times Efd \times Efa$$

Donde:

Ef. conducción (Efc).

Ef. de distribución (Efd).

Ef. de aplicación (Efa).

<i>Ef.Riego (gravedad) = 0.40</i>
<i>Ef.Riego (aspersión) = 0.70</i>
<i>Ef.Riego (goteo) = 0.90</i>

**Figura 8.** Eficiencias de riego para los distintos riegos. Tomado de (Urrutia (27)).

La rugosidad ( $n$ ), para la D.E.P.H.M. (2010), es un criterio importante que se tiene en cuenta en la parte inicial de los diseños de las obras hidráulicas, donde la cual varia con el tiempo de uso de la infraestructura, debido a los sedimentos, musgos, piedras, entre otros obstáculos; la rugosidad de Manning ( $n$ ), es la más considerada según el detalle de cada material y se visualiza en la siguiente tabla: (18)

**Tabla 2***Valores de Rugosidad.*

<b>TIPO DE MATERIAL</b>	<b>VALORES</b>		
	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
<i>Roca</i>	<i>0.035</i>	<i>0.040</i>	<i>0.050</i>
<i>Tepetate (Liso y uniforme)</i>	<i>0.0025</i>	<i>0.035</i>	<i>0.040</i>
<i>Tierra</i>	<i>0.017</i>	<i>0.020</i>	<i>0.025</i>
<i>Mampostería seca</i>	<i>0.025</i>	<i>0.030</i>	<i>0.033</i>
<i>Concreto</i>	<i>0.013</i>	<i>0.017</i>	<i>0.020</i>
<i>Polietileno (PVC)</i>	<i>0.007</i>	<i>0.008</i>	<i>0.009</i>

*Nota.* Valores de rugosidad según Manning. Tomado de (Palomino, 2021); (29)

El diseño de una Captación, según Nassi (2018), menciona que las obras para captar agua o toma de agua son obras edificadas hidráulicas sobre ríos y canales con el fin de intervenir en el curso natural de la corriente principal para tomar una parte o la totalidad del agua que la compone. La estructura de toma de agua es la más importante del sistema de conducción que abastecerá al sistema de generación de energía hidroeléctrica, riego, agua potable, etc. Con base en el trabajo recibido, se determinarán decisiones con respecto a la medida de otros componentes del trabajo. Estas tomas se caracterizan principalmente por su Caudal de Captación, que es el volumen máximo de agua que pueden admitir. Por ejemplo, la captación Los Ejidos en el río Piura tiene un gasto de captación de 60 m<sup>3</sup>/seg. En la zona costera de Perú, las captaciones de agua han experimentado diversos niveles de impacto debido al Fenómeno conocido como El Niño. un numero significativo han sido completamente destruidas, otras han sufrido daños importantes que las han dejado sin funcionamiento,

y muchas fueron reparadas sustancialmente. El mal funcionamiento en una captación de agua repercute en toda la inversión, que está vinculado a ella, generando costos adicionales para la reparación o recuperación de la estructura y ocasionando la interrupción del suministro. Esta interrupción no solo conlleva consecuencias económicas, sino también impactos sociales, dado que la escasez de agua resulta letal en organismos vivos. En tanto, la relación entre el Fenómeno de El Niño y las captaciones de agua representa un auténtico desafío en el ámbito de la ingeniería civil, exigiendo una atención especial. Los elementos que constituyen una bocatoma son: los elementos de encauzamiento y cierre y tiene como objeto elevar el nivel del agua para permitir su ingreso a la toma y al canal de derivación e impedir el desborde del río; Los elementos de descarga de avenidas, los mismos que permiten el paso de las crecidas, son órganos de seguridad; Los elementos de control de sedimentos; que tienen por objeto el manejo de los sólidos; los elementos de control del ingreso de agua; que permiten regular la cantidad de agua que ingresa a la derivación; los elementos de control de la erosión; Permiten disminuir la erosión y la abrasión y por último los elementos estructurales; los que dan estabilidad a la obra. (30)

Los parámetros utilizados para calcular el gasto para diseño de captación son; Caudal de retorno (T); según el M.T.C. (2022), es el tiempo medio, en años, en que el valor del gasto pico de una avenida determinada es igualado o superado una vez cada "T" años, se le denomina Período de Retorno "T". al suponer que las ocurrencias anuales son independientes, es posible estimar la probabilidad de falla para una vida útil de n años. (31)

El área de la cuenca (A); Ibáñez et al. (2011), la define como el área encerrada por la línea que delimita el perímetro (P). Esta línea común9c se establece mediante la interpretación de imágenes aéreas que exhiben la topografía y los límites de las cuencas hidrográficas, o mediante un mapa topográfico que ilustra las líneas de contorno. Es posiblemente el aspecto más significativo en la conexión entre el movimiento del agua y las particularidades morfológicas. (32)

En su investigación Ibáñez et al. (2011), Se refiere a la longitud del afluente (L), que es el espacio que escurre el cuerpo de agua desde una zona de desagüe más cercano aguas abajo hasta la zona más alejado aguas arriba en términos de altitud. Al igual que la superficie, este factor tiene un gran impacto en la cantidad de agua de escorrentía que genera el río, por lo tanto, es crucial al calcular la mayor parte de los índices de forma y medida. (32).

Con respecto al perímetro de la cuenca (P); Ibáñez et al. (2011), nos mencionan que es la forma de la cuenca; para una misma extensión, los perímetros de mayor valor se corresponden con cuencas alargadas mientras que los de menor lo hacen con cuencas redondeadas. La pendiente del Río (j); Es la relación existente entre el desnivel altitudinal del cauce y su longitud. (32)

$$j = h/l \quad \text{ó} \quad j = DA/L$$

Donde:

h, DA: declive altitudinal (km)

L, L: longitud del cauce en km.

Ancho del río (W): relación entre área (A) y longitud de la cuenca (L); se designa por la letra W de forma que:

Dónde:  $W=A/L$

A: superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>.

L: longitud de la cuenca en km.

La demanda hídrica (Variable 2); López (2019), es el requerimiento de agua necesaria una planta y alcanzar su máximo potencial reproductivo. Las plantas necesitan una determinada cantidad de agua para realizar sus procesos fisiológicos como la respiración y la fotosíntesis. Se deben conocer la evapotranspiración y la eficiencia del agua para estimar los requisitos de agua. (33)

Cantidad de Agua Disponible, indica Ruiz y Martínez (2015), que la escorrentía superficial es el agua que se desplaza a través de los afluentes de agua y otras corrientes superficiales después de haber cumplido las necesidades de evaporación, infiltración del suelo y transpiración de la vegetación. Esta agua alimenta lagos, lagunas, embalses y finalmente llega al mar, ya sea directa o indirectamente. Los hidrólogos suelen utilizar el término "escorrentía superficial" para referirse a esta porción de agua que fluye por los ríos, y su medición es fundamental en las redes de seguimiento hidrológico de los países. Otra definición de escorrentía superficial se refiere al volumen de agua disponible para satisfacer las necesidades sociales y económicas de las personas. La cuantificación de la escorrentía superficial a través del balance hídrico de una cuenca permite estimar el suministro de agua superficial de la misma. Variables como el caudal del río, la confiabilidad de los datos y la extensión del registro histórico pueden influir en la estimación del suministro de agua superficial. Cuando se dispone de información histórica confiable y series de datos extensas, el

promedio anual del gasto del río representa el suministro de agua superficial de esa cuenca. Y por último requerimiento de agua para los cultivos. (34)

Reckmann (2009), nos acota que la cantidad de agua de riego necesaria para los cultivos depende del clima, las características del cultivo, el tipo de suelo y la eficiencia del sistema de riego. Desde los años setenta, la FAO ha desarrollado una metodología ampliamente utilizada para determinar las necesidades hídricas de los cultivos. Este cálculo se realiza en tres etapas principales. Primero, se determina la evapotranspiración de los cultivos (ETc), que representa la cantidad de agua que debe haber en la zona radicular para satisfacer su demanda evaporativa. La ETc se calcula en función del clima y del Kc del cultivo, que considera las particularidades propias del cultivo. Luego, se calcula la demanda de agua neta de los cultivos (Dn), que es la cantidad de agua que se debe proporcionar a través del riego descontando la precipitación efectiva (PE) que contribuye a satisfacer la ETc. Si no hay precipitación, la Dn es igual a la ETc. Por último, se calcula la demanda de agua bruta de los cultivos (Db), que representa la cantidad de agua que el sistema de riego debe proporcionar para que, después de descontar las pérdidas debido a la ineficiencia del sistema, la cantidad de agua almacenada en la zona radicular sea igual a las Db del cultivo. Finalmente, la Demanda de agua bruta (Db) se obtienen a partir de la siguiente relación: (35)

$$Db = Dn \times 100 / Efr$$

Donde:

Db: Demanda de agua bruta (mm/día); Dn: Demanda de agua neta (mm/día);

Efr: Eficiencia de riego (%) (35)

### **III.METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Investigación Aplicada: Vargas (2009), Su propósito es la aplicación directa del conocimiento ya existente. Implica las alteraciones tangibles de la realidad, es decir, la utilización de conocimiento científico para modificar o cambiar aspectos materiales. La presente investigación es tipificada como aplicada, porque se encarga de observar la problemática con respecto al riego en el sector Huacapampa y describirla para luego buscar una posible solución. (36)

Enfoque de investigación Cuantitativa: Hernández, et al. (2010), destacan que la investigación cuantitativa se sustenta en una revisión bibliográfica que se enfoca en el tema de investigación y da como resultado un marco teórico que guía la investigación. (37), A partir de esta recopilación de datos, se formulan hipótesis que serán sometidas a prueba para verificar la validez del estudio. En este estudio en particular, se recopilará información sobre la zona de estudio y se analizará en función de las normas actuales.

Diseño de la investigación no experimental: Álvarez (2020), indica que en el diseño de investigación no experimental; no existe manipulación de las variables por parte del investigador, a la vez se divide en investigación transversal que se utiliza para observar y analizar un momento exacto de la investigación para abarcar diversos grupos o muestras de estudio. (38)

El diseño para la presente investigación es no experimental transversal y descriptivo, debido a que, no se manipula deliberadamente mis variables y además describe las características hidráulicas, cualidades y propiedades del objeto en estudio.



Donde:

M= El sector Huacapampa, Chalaco, Morropón, Piura.

X= Diseño del sistema de riego por gravedad

O=Demanda Hídrica.

Nivel de la investigación Descriptivo: de acuerdo a Sánchez y Reyes (2017), el nivel de investigación descriptivo, detalla una situación o fenómeno, en una circunstancia temporal-espacial. (39)

De acuerdo a la particularidad de la presente investigación se da un nivel de investigación descriptivo, debido a que, se encarga del estudio en la localidad de Huacapampa para el año 2023.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable: Según Sánchez y Reyes (2017), se refieren a cualquier característica, cualidad o propiedad de un fenómeno o hecho que tiende a cambiar y que puede ser evaluada y medida. También se puede definir una variable como una propiedad que puede tener diferentes valores. (39)

Variable independiente: Diseño del Sistema de Riego por gravedad (cuantitativa).

Variable dependiente: Demanda hídrica (cuantitativa).

Operacionalización: Según Espinoza (2019), la operacionalización se refiere a una serie de pasos o instrucciones para medir conceptualmente las variables, con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información posible sobre la variable seleccionada, capturando su significado y adaptación al contexto. Para ello, es necesario realizar una revisión exhaustiva de la bibliografía disponible en el marco teórico. La forma en que se operacionalicen La conexión entre las variables y la técnica o metodología utilizada para recopilar datos es crucial. El método elegido debe estar en consonancia con el objetivo y el enfoque de la investigación, ya sea cualitativa o cuantitativa. (40)

En el caso del diseño del sistema de riego por gravedad en el sector Huacapampa, es necesario recolectar datos sobre las características geográficas y climáticas de esa área. Estos datos se obtienen en el campo y se utilizan posteriormente en el diseño del sistema, en concordancia con la normativa vigente. En esta investigación se llevará a cabo la operacionalización de la variable independiente (ver anexo 1).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Población: De acuerdo con Tamayo (2012), la población es el conjunto completo de unidades de análisis que forman parte de un fenómeno de estudio y que necesitan ser cuantificadas para llevar a cabo una investigación específica. Se refiere a un conjunto

de entidades que comparten una característica particular y se le conoce como la población. (41)

La población para este estudio, correspondería al conjunto total de áreas de terreno en el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón-Piura, que requieren ser irrigadas, esto incluiría todas las áreas que son cultivadas, o que podrían serlo, y que necesitan del sistema de riego por gravedad. La población se delimito de acuerdo a que el conjunto de áreas de terrenos pertenece al comité de usuarios del sistema de riego del sector Huacapampa.

Muestra: de acuerdo con Sánchez et al. (2018), se entiende como un grupo de personas seleccionadas de una población mediante un método de muestreo que puede ser tanto probabilístico como no probabilístico. (42)

Del mismo modo la muestra a usarse en este trabajo son un subconjunto seleccionado de estas áreas de terreno dentro del sector Huacapampa en chalaco – Morropón – Piura. esta selección se utilizaría para analizar la demanda hídrica y proponer un diseño del sistema de riego por gravedad.

Muestreo: Sánchez et al. (2018), indica que el muestreo es un conjunto de procedimientos llevados a cabo para analizar cómo se distribuyen ciertas características en una muestra representativa de una población. (42)

Para el presente trabajo el muestro será no probabilístico, debido a que se aplicaran las encuestas a los integrantes del comité de usuarios por el gran conocimiento de los sub conjuntos de áreas de terreno dentro del sector Huacapampa, que se necesitan recabar para la investigación.

Unidad de análisis: Según Sucasaire (2022), El término se refiere a cada uno de los componentes que forman la población y, en consecuencia, también forman parte de la muestra. (43)

Por lo mencionado, la unidad de análisis para esta investigación sería el subconjunto seleccionadas de áreas de terreno irrigadas con la acequia rustica que existe actualmente en el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón- Piura.

Validez: Según Baechle y Earle (2007), la validez es el grado en el que una prueba o un elemento de la prueba evalúa correctamente lo que se pretende evaluar. La validez es la característica más importante de una prueba. (44)

Se presentará una encuesta validada por juicio de expertos. La validez de las fichas técnicas de recolección de datos y/o encuestas que se utilizaron durante la presente investigación será validada por el juicio de tres expertos en el tema o materia, de esta manera, se podrá validar o no nuestra hipótesis.

Confiabilidad de los instrumentos: Para Hernández et al. (2018), La fiabilidad se refiere a la constancia con que un instrumento de investigación produce los mismos resultados en diferentes ensayos. Muestra hasta qué punto las incompatibilidades individuales en las puntuaciones de las pruebas se deben a errores aleatorios de medición frente a diferencias reales en la característica o variable que se mide. (37)

La fiabilidad de los instrumentos correrá a cargo de los laboratorios de mecánica del suelo, que proporcionarán certificados de calibración de los equipos usados. Al mismo

tiempo, se solicitó una certificación para la calibración del equipo topográfico utilizado durante el levantamiento.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Técnicas: Según Rodríguez (2010), las técnicas son herramientas utilizadas para recopilar información, y algunas de las más destacadas incluyen la observación, el cuestionario, las entrevistas y las encuestas. (45)

. Las técnicas a utilizar en la presente investigación son las siguientes:

Encuesta; Según lo mencionado por Baena (2017), una encuesta implica la realización de un cuestionario a un conjunto de usuarios que sea representativo de la población que estamos analizando. (46)

Las encuestas se realizarán a los usuarios del sistema de riego por gravedad del sector Huacapampa, para determinar la cantidad de hectáreas bajo riego necesarias para la determinación de la oferta y demanda hídrica de los cultivos y, por ende, la obtención de la demanda hídrica requerida para los cultivos instalados en el sector de Huacapampa.

Así mismo, se podrá obtener datos necesarios para el estudio hidrológico, como por ejemplo la altura de tirantes producidos en máximas avenidas que aún se visualizan en campo, en la quebrada los potros, entre otros datos que nos permitirán diseñar la captación de una manera adecuada y que nuestro diseño pueda resistir las máximas avenidas durante la presencia del fenómeno El niño.

Observación; Según Benguría (2010), se podría considerar la observación como una forma de recolectar información. Sin embargo, la observación no solo es un método, sino también un proceso riguroso de investigación que permite describir situaciones y contrastar hipótesis, convirtiéndola en un método científico. (47)

En la investigación se aplicará el proceso de observación directa a través del levantamiento topográfico, para obtener las pendientes, el trazo del canal, los ejes de la quebrada y del canal de riego, longitudes, planos, entre otros, que sirven para los diseños de las estructuras proyectadas.

Instrumentos de recolección de datos: Según Hernández et al. (2014), se puede inferir que el instrumento utilizado para recolectar datos tiene como objetivo facilitar la medición. Los datos son conceptos que representan una idea o representación abstracta del mundo real, basados en las percepciones sensoriales que pueden ser percibidas directa o indirectamente a través de los sentidos. Además, se enfatiza que todo lo que es empírico puede ser cuantificado o medido de alguna manera. (48)

Los instrumentos de recolección de datos a utilizar en la presente investigación se usarán dos instrumentos (cuestionario y fichas de investigación), que se detallan a continuación:

Cuestionario, Hernández et al. (2014), explica que son utilizados en encuestas de distintas índoles, como para evaluar la actuación de un gobierno, comprender las necesidades de futuros compradores de viviendas y evaluar la percepción ciudadana sobre temas como la inseguridad. Además, se emplean en otros campos. (48).

En nuestro estudio, previo a la redacción de la encuesta, se seleccionó cuidadosamente la información que se deseaba obtener, así como la manera en que se resumirán y clasificarán las respuestas. Posteriormente, se procedió a elaborar la encuesta (ver anexo N° 3), con las siguientes sugerencias:

Elaborar preguntas sencillas fácil de comprender por los agricultores integrantes del comité de regantes del sector Huacapampa. Debe usarse un lenguaje adecuado a las personas interrogadas. También se aconseja agrupar preguntas y estructurar el cuestionario de manera que resulte fácil sintetizar y tabular las respuestas sobre todo cuando se usen clasificaciones y tabuladores mecánicos, para registrar respuestas.

Al elaborar nuestro cuestionario es necesario prever su facilidad de manejo, aplicación, codificación, concertación e interpretación, de la información recabada.

Se validará mediante juicio de tres expertos.

Ficha de investigación / (Fichas técnicas y de laboratorio): para Castro (2016), Se refieren a herramientas donde se registra por escrito datos relevantes después de realizar la investigación correspondiente. En estas herramientas se registra la información crucial que será utilizada más adelante, permitiendo ordenar y clasificar los datos consultados. Además, se destacan observaciones y críticas de forma concisa. (49)

Se usarán fichas técnicas para el aforo de caudal de la quebrada Los Potros, en el sector Huacapampa, Así mismo, se usará formatos Excel para laboratorio en la recolección de datos del estudio se mecánica de suelos.

### **3.5. Procedimientos**

**Procedimiento I:** Evaluación del estado del sistema de riego existente.

#### **Contexto social**

Actualmente los productores han disminuido o desistido de la siembra de caña de azúcar y Café, por falta de agua, dado que, en sustitución del reservorio, se aperturó un canal rústico alternativo (acequia), de baja capacidad de conducción de agua de riego y poca dotación del recurso a nivel parcelario, En sustitución de los cultivos antes mencionados, se cultivan productos menos rentables como frejoles y maíz, que tienen menor demanda de agua. El departamento de estudios económicos del B.C.R (2023) indica una reducción de la producción en Piura del orden del 29.1%; (50).

Por ello, la construcción del canal de conducción de agua por gravedad en el sector Huacapampa, permitirá que los productores vuelvan a la siembra de cultivos más rentables.

#### **Población Beneficiada**

De acuerdo a la indagación de documentos de la comisión de usuarios, se hace mención a un total de 562 familia beneficiadas, la cantidad está conforme a los datos alcanzados por la Comisión de Regantes. De los cuales 360 son usuarios directos del sistema de riego Huacapampa.

#### **Hectáreas Beneficiadas**

Igualmente, en el padrón de usuarios se hace mención al riego de 398 has para el sistema de riego Huacapampa. Y el área total a ser beneficiada con el proyecto es de

432.93 hectáreas, distribuidas en los 02 canales, considerando a Huacapampa, desde las progresivas (km 0+000) a ser mejoradas hacia adelante (km 0+503). Igualmente, con el mismo sistema, se determinó las áreas atendidas en los tramos de canal intervenido en la investigación.

### **Accesibilidad**

Se accede desde Piura a través de una carretera asfaltada, en buen estado de conservación hasta el Distrito de Chalaco y luego hasta el caserío de Huacapampa, mediante carretera afirmada. Existen medios de transporte público que pasen por la zona, y unidades particulares que transitan por ella, a manera de colectivo.

### **Descripción de la infraestructura existente actual:**

En el último fenómeno el niño, del periodo 2017, afectó distintas infraestructuras de riego del distrito de Chalaco entre ellas el sistema de riego Huacapampa, además la estructura de almacenamiento, se encuentra totalmente colmatado por los deslizamientos producidos, adicionalmente se cuenta con una zanja hecha artesanalmente por los agricultores para poder captar directamente el agua de la quebrada los potros, la cual, se repone cada vez que aumenta el caudal motivo por el cual, no garantizaba la cantidad óptima de recurso hídrico.

Para su mejor entendimiento se realizó un inventario de la infraestructura de riego actual de acuerdo a lo observado en la etapa de campo, lo que presentamos de manera resumida:

**Tabla 3***Evaluación de la infraestructura existente.*

<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>TIPO DE ACABADO</b>	<b>DIMENSIONES /MEDIDAS</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>
0+000	0+000	CAPTACION	No existe	No existe
0+000	0+79.758	RESERVORIO MUROS CONCRETO	CON LARGO=15 m, DE ANCHO=10m, PROF= 5 m.	Totalmente colmatado
0+000	0+503.259	CANAL REVESTIDO, DESTRUIDO	b=0.40m, B=.35m, H= 0.40m	Totalmente destruido, (en su lugar los agricultores han hecho zanjas).

**Procedimiento II:** Determinación de las características Geográficas, mediante fichas e instrumentos de laboratorio, topográficos, aforo, que se plasmaran en:

### **Estudios topográficos**

El estudio topográfico se realizó en el área de influencia del sistema de riego Huacapampa existente, del cual solo se evidencia por un muro del reservorio antiguo y un canal ahora de tierra, Para el levantamiento topográfico del terreno se estableció una (01) poligonal Abierta, poligonal de 08 vértices (BM-1, BM-2, C1, C2, C3, C4, C5, C6) establecida con la finalidad del levantamiento topográfico de toda la zona de estudio, tiene una longitud de 602.388, con un error angular de 03" y un error lineal de 0.005m, clasificado como una poligonal de primer orden.

**Tabla 4***BM's usados en la topografía.*

<b>ESTACION</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>COTAS</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>(m.s.n.m)</b>
<i>BM-1</i>	<i>9444292.39</i>	<i>632502.353</i>	<i>2378.00</i>
<i>BM-2</i>	<i>9444323.26</i>	<i>632449.034</i>	<i>2366.38</i>

*Nota:* Estudio Topográfico.**Estudios de mecánica de suelos**

Se efectuaron dos excavaciones C-1, en zona donde se cimentará la captación y C-2, en donde se cimentará el Canal, ya que, es la infraestructura más representativa del diseño del sistema de riego Huacapampa.

**Tabla 5***Numero de Calicatas.*

<b>N° de calicata</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Nivel freático</b>
	<b>a cielo abierto</b>	<b>(m.s.n.m)</b>
<i>C-1</i>	<i>2.00</i>	<i>1.50</i>
<i>c-2</i>	<i>2.50</i>	<i>1.50</i>

*Nota.* Estudio de Mecánica de Suelos

El análisis granulométrico se efectuó para determinar la distribución granulométrica de la muestra de suelo y clasificarla según los sistemas AASHTO y SUCS.

**Tabla 6***Clasificaciones de suelos.*

Muestra	Profundidad de Muestra (m)	Parámetros de Identificación			Clasificación			Clasificación de Suelos	
		Análisis Granulométrico			Límites de consistencia			SUCS	ASSTHO
		Grava	% Arena	Pasa 200	Limite Liquid o %	Limite Plástico %	Índice de Plasticidad		
C-01	0.65-1.50	6.7	63.3	6.6	46.68	31.65	15.03	A-2-7 (0)	SM
C-02	0.4-1.50	7.4	52.6	9.9	39.48	26.59	12.89	A-2-6 (0)	GM

*Nota.* Estudio de Mecánica de Suelos

También se calculó el contenido de cloruros, sulfatos y sales en el suelo donde se cimentará la infraestructura de captación y la infraestructura de conducción de agua por gravedad, los mismos que determinan no ser perjudiciales.

**Tabla 7***Cloruros, sulfatos y sales presentes en el suelo.*

Muestra	Cloruros (p.p.m)	Sulfatos (p.p.m)	Sales (p.p.m)
C-01	720	580	1420
C-02	635	450	1120

*Nota.* Estudio de Mecánica de Suelos

La qad para ambas muestras es de:

- ✓ De la C-01 Recomendamos qad = 1.084 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ De la C-02 Recomendamos qad = 1.633 kg/cm<sup>2</sup>

Por último, en el informe de geotecnia recomienda mejorar el terreno donde se cimentará la captación, con una capa de 30 cm de over de 3 pulgadas y 30 cm de hormigón.

### **Aforo del caudal para el diseño.**

Se realizó por el método volumétrico, método para determinar caudales de manantiales, quebradas, etc, con caudales pequeños, y donde se puedan dar las características previas para la toma de datos optima, este método es utilizado para determinar caudales de infraestructura de riego como canales, desarenadores, etc. se utilizó un balde de 4litros y un cronometro para determinar el tiempo promedio del llenado del recipiente y utilizando la formula se determinó el caudal en época de estiaje.

**Tabla 8**

*Lectura de tiempo de llenado del recipiente.*

<b>Lectura</b>	<b>Tiempo en Seg.</b>
1	0.03
2	0.02
3	0.03
4	0.08
5	0.03
6	0.04
7	0.03
8	0.02
9	0.07
10	0.02

$T_{prom} =$	0.0271	seg	=	0.0271	seg
$Q =$	$\frac{Vol}{T}$	lts	=	147.37	l/s
		seg			
Porcentaje de pérdida = 40 %			visto en campo		
$Q$	=	147.37	l/s	<b>En estiaje</b>	
$Q_{min}$	=	0.150	m <sup>3</sup> /seg	<b>En estiaje</b>	

**Figura 9.** Cálculo del Caudal de diseño.

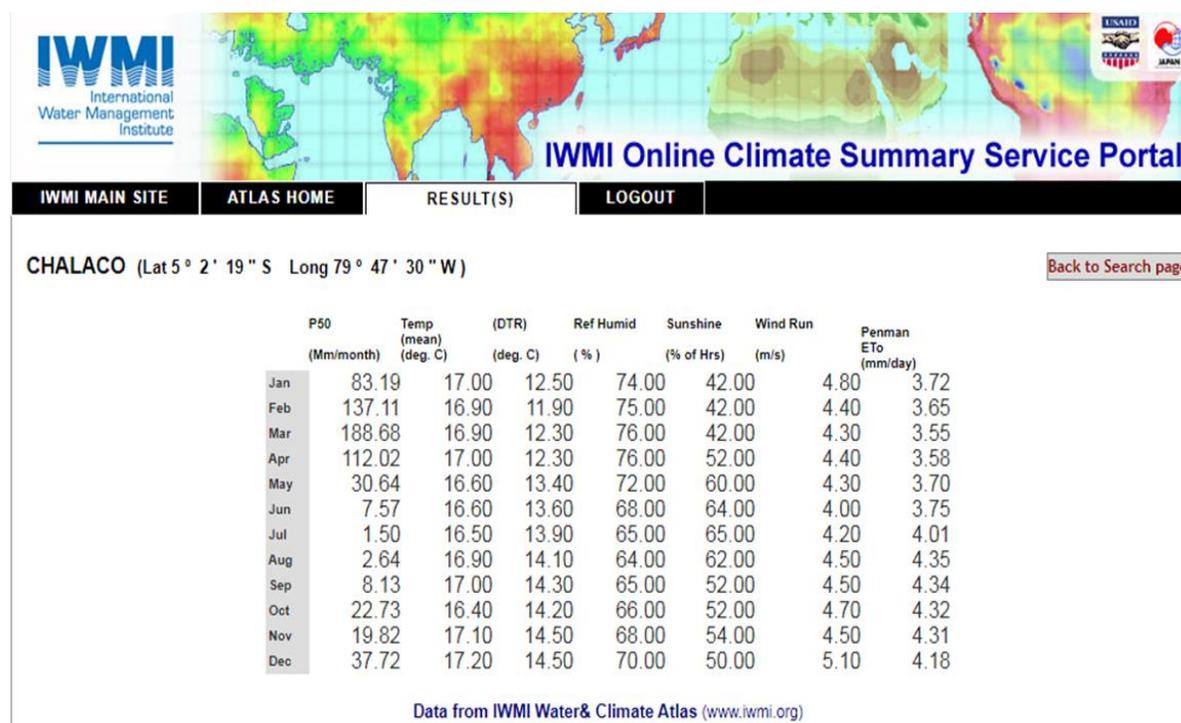
La medición se hizo a través de un método simple (método volumétrico), pero eficaz, por lo tanto, se tomó los datos de tiempo sombreados para una mayor precisión y se evidencia que durante la etapa de estiaje se cuenta con caudal suficiente para el desempeño óptimo del canal de riego Huacapampa.

Determinación de áreas de terrenos: En esta etapa también se aplicó las encuestas al comité de riego del sistema de riego Huacapampa, donde se obtendrán las áreas de terreno irrigadas, así mismo, los cultivos principales de la zona para la determinación del balance hídrico posterior.

### **Procedimiento III:** Análisis de las características climáticas

Donde se determinó la evapotranspiración potencial, precipitación efectiva, evapotranspiración real o uso consuntivo, coeficientes de cultivo (FAO), y se presenta a continuación:

Evapotranspiración Potencial Eto (mm/mes), se obtuvo mediante una herramienta online dada por el Instituto Internacional para la Gestión del Agua (IWMI), institución que realiza investigaciones en los países en sub desarrollo, los datos que se usan son de estaciones meteorológicas, brindando datos confiables para el uso de los recursos hídricos de manera sustentable en Latinoamérica y el caribe.



**Figura 10.** Tomado del Portal de servicios de resumen climático en línea. (IWMI 2023);  
(51)

Esta herramienta de portal de servicios de resumen climático, nos proporciona a través del método de Penman, la evapotranspiración por día, por lo que, se procede a transformarla, de acuerdo a lo que necesitamos para poder realizar el balance hídrico, o sea, en unidades de milímetros por mes como se aprecia a continuación:

**Tabla9**

*Cálculo de la evapotranspiración potencial - Eto (mm/mes).*

Variable	Unidad	Meses											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Eto diaria	mm/día	3.72	3.65	3.55	3.58	3.70	3.75	4.01	4.35	4.34	4.32	4.31	4.18
Numero de Días /Mes	Día	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Eto mensual	mm/mes	115.32	102.20	110.05	107.40	114.70	112.50	124.31	134.85	130.20	133.92	129.30	129.58

Precipitación efectiva (mm/día): se procesó la información, para poder presentar a continuación los datos ya ordenados y en las unidades requeridas.

**Tabla10**

*Calculo de la precipitación efectiva.*

Variable	Unidad	Meses											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Precipitación efectiva	mm/mes	83.19	137.11	188.68	112.02	30.64	7.57	1.50	2.64	8.13	22.73	19.82	37.72
Nº de días del mes	Día	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Precipitación efectiva	mm/día	2.68	4.90	6.09	3.73	0.99	0.25	0.05	0.09	0.27	0.73	0.66	1.22

Coeficiente de cultivos (Kc): se analizó por poder determinar la evapotranspiración real la misma que se obtiene de multiplicar la evapotranspiración potencial ya obtenida y el kc de los cultivos, que se presenta a continuación en base a lo que se siembra actualmente en las 432.93 hectáreas bajo riego del sector Huacapampa.

**Tabla 11**

*Coeficiente de cultivos (Kc).*

Cultivos	Área (ha)	Meses											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Maíz Amarillo Duro	100.43	-	0.40	0.80	1.15	1.00	1.00	-	0.40	0.80	1.15	1.00	1.00
frejol	80.52	0.50	0.90	1.00	1.05	1.05	0.90	0.50	0.90	1.00	1.05	1.05	0.90
pastos	110.93	0.80	0.85	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
otros	80.52			1.05	1.05	0.90	0.90			1.05	1.05	0.90	0.90
Frutales	60.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Kc. Ponderado</b>	<b>432.93</b>	<b>0.44</b>	<b>0.62</b>	<b>0.94</b>	<b>1.03</b>	<b>0.97</b>	<b>0.94</b>	<b>0.47</b>	<b>0.64</b>	<b>0.94</b>	<b>1.03</b>	<b>0.97</b>	<b>0.94</b>

*Nota.* Manual de Uso Consuntivo del Agua para los principales cultivos de los Andes. Tomado de Oscar Baldomero

Garay Canales (2019). (22)

Evapotranspiración Real (ETr): se procedió a realizar su cálculo multiplicando la evapotranspiración potencial por el kc de los cultivos, obteniendo los datos en milímetros por día, en el cuadro que se presenta a continuación:

**Tabla 12***Evapotranspiración real.*

Parámetro	Unidad	Meses											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1. Evotransp. Potencial	(mm/día)	3.72	3.65	3.55	3.58	3.70	3.75	4.01	4.35	4.34	4.32	4.31	4.18
2. Kc ponderado		0.44	0.62	0.94	1.03	0.97	0.94	0.47	0.64	0.94	1.03	0.97	0.94
3. Evotranp. Real o Uso consuntivo (1*2)	(mm/día)	1.63	2.25	3.35	3.70	3.59	3.53	1.88	2.77	4.09	4.46	4.18	3.94

Con la obtención de estos parámetros se podrá realizar el análisis de la oferta y demanda, y posteriormente el balance hídrico, obteniendo el caudal de diseño del canal de riego en el sector Huacapampa.

**Procedimiento IV:** Determinación del balance hídrico, con ayuda del software Excel.

En esta etapa se obtendrá la demanda de agua de los cultivos del sector de riego Huacapampa, así mismo, la oferta de agua existente, y por último se determina el balance hídrico, donde se determinó, el déficit de agua de riego existente.

**Tabla 13**

*Demanda de agua - sector Huacapampa.*

Parámetro	Unidad	Meses											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1. Evotransp. Potencial	(mm/día)	3.72	3.65	3.55	3.58	3.70	3.75	4.01	4.35	4.34	4.32	4.31	4.18
2. Kc ponderado		0.44	0.62	0.94	1.03	0.97	0.94	0.47	0.64	0.94	1.03	0.97	0.94
3. Evotranp. Real o Uso consuntivo (1*2)	(mm/día)	1.63	2.25	3.35	3.70	3.59	3.53	1.88	2.77	4.09	4.46	4.18	3.94
4. Precipitación Efectiva	(mm/día)	2.68	4.90	6.09	3.73	0.99	0.25	0.05	0.09	0.27	0.73	0.66	1.22
5. Requerimiento (3-4)	(mm/día)	-	-	-	-	2.60	3.28	1.83	2.68	3.82	3.73	3.52	2.72
6. Eficiencia de riego	(%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
7. Lámina bruta (5/6)	(mm/día)	-	-	-	-	8.67	10.94	6.10	8.93	12.73	12.43	11.74	9.07
8. Volumen	(m <sup>3</sup> /ha/día)	-	-	-	-	86.71	109.38	61.02	89.34	127.30	124.30	117.36	90.74
9. Área	has	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93
10. Módulo de riego	m <sup>3</sup> /día	-	-	-	-	37,540.24	47,352.53	26,415.42	38,678.75	55,112.56	53,811.60	50,810.17	39,281.99
11. N° días del mes	(días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
<b>DEMANDA DE AGUA</b>	<b>m<sup>3</sup>/mes</b>	-	-	-	-	1,163,747.33	1,420,575.83	818,878.05	1,199,041.23	1,653,376.87	1,668,159.62	1,524,305.16	1,217,741.62

De acuerdo a la figura 23, la máxima demanda se observa en los meses de Setiembre con 127.30 m<sup>3</sup>/seg, y octubre con 1668159.62 m<sup>3</sup>/seg, así mismo, se tiene una demanda de agua total de 10'665,825.72 m<sup>3</sup>/mes.

**Tabla 14**

*Oferta de agua en el sector Huacapampa - Chalaco - Morropón.*

Variable	Unidad de medida	TOTAL	Meses											
			Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Caudal aforado	l/s		99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59	99.59
	m <sup>3</sup> /hr		358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52	358.52
Tiempo de Riego	Hr/día		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Frecuencia de Riego	días		31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
N.º Riegos al mes			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
N.º de días del mes	días		31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Volumen	m <sup>3</sup> /ha/mes		3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24	3,585.24
Área	ha		432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93	432.93
<b>Oferta de Agua Mensual</b>	<b>m<sup>3</sup>/mes</b>	<b>18,625,895.44</b>	<b>1,552,157.95</b>											

La quebrada los potros aporta un volumen de oferta mensual disponible de 18´ 625, 895.44 m<sup>3</sup>/mes, como se aprecia en la figura 24, la misma que se aprovechara para la presente investigación.

**Tabla 15**

*Balance hídrico para el sector Huacapampa.*

Parámetro	Unidad	Total	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Demanda	(m <sup>3</sup> /mes)	10,665,825 .72	0.00	0.00	0.00	0.00	1,163,747 .33	1,420,575 .83	818,878 .05	1,199,041 .23	1,653,376 .87	1,668,159 .62	1,524,305 .16	1,217,741 .62
Oferta	(m <sup>3</sup> /mes)	18,625,895 .44	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95	1,552,157 .95
<b>Balance</b>	<b>(m<sup>3</sup>/Ha/mes)</b>	<b>7,960,069 .72</b>	<b>1,552,157 .953</b>	<b>1,552,157 .953</b>	<b>1,552,157 .953</b>	<b>1,552,157 .953</b>	<b>388,410 .62</b>	<b>131,582 .123</b>	<b>733,279 .902</b>	<b>353,116 .721</b>	<b>- 101,218 .921</b>	<b>-116,001 .67</b>	<b>27,852 .797</b>	<b>334,416 .329</b>

Según se puede apreciar, en el periodo de setiembre y octubre se tiene un déficit de agua para riego, motivo por el cual, se necesita una fuente de almacenamiento, el sistema de riego por gravedad Huacapampa, cuenta con un reservorio de almacenamiento que después de las precipitaciones del fenómeno el niño, del año 2017, quedo totalmente colmatado, y en la presente investigación solo se recomendará su limpieza y descolmatación para poder contar con el almacenamiento propicio para regar en los periodos de mayor déficit (setiembre y octubre).

**Procedimiento V:** Diseño del sistema de riego por gravedad, ayudados por el software H canales, AutoCAD, Microsoft Excel, para la obtención de los siguientes valores:

### Diseño del Canal de Aducción al reservorio existente (79.76 m)

Se refiere al canal de aducción o ingreso con sección rectangular desde la captación proyectada hasta el reservorio existente y se diseña de acuerdo al caudal obtenido en el balance hídrico, el diseño se realiza con el software H canales.

Lugar:	<input type="text" value="Canal de aduccion"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+000 km- 0+079.76 km"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.1273"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0066"/> m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2402"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.8803"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0961"/> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1091"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.4000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.3251"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.8633"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3297"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

**Figura 11.** Diseño del Canal de aducción con Software H canales.

$$Q = 0.1273 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0.40 \text{ m}$$

$$T = 0.40 \text{ m}$$

$$BL = 0.20 \text{ m}$$

$$S = 0.066$$

$$Z = 0$$

$$Y = 0.24 \quad \text{m} \approx 0.30 \text{ m.}$$

**Diseño del desarenador**, para evitar la colmatación del reservorio en temporada de máximas avenidas.

**DATOS:**

Caudal de conducción (Q)	=	127.30 l/s
Altura del canal de ingreso (h)	=	0.50 m
Tirante del agua en el canal de ingreso (Y)	=	0.24 m
Ancho de sección del canal de ingreso (b)	=	0.40 m
Angulo de divergencia de transición ( $\beta$ )	=	12.50 °
Velocidad longitudinal en el desarenador (V)	=	0.30 m/s
Diámetro mín. de las partículas a decantar ( $\emptyset$ )	=	0.50 mm
Ancho desarenador en relación altura de agua B	=	2 H
Coefficiente de seguridad (C)	=	1.5

Cálculos:

El caudal (Q) y el ancho (B) del desarenador; luego usando la ecuación de continuidad  $Q = V \cdot B \cdot H$ , se tiene:

$$H = 0.46 \text{ m}$$

Luego, el ancho del desarenador resulta:

$$B = 0.95 \text{ m}$$

La velocidad de decantación para el diámetro de la partícula definida según el dato experimental de Arkhangeiski es:

$$W = 5.400 \text{ cm/s}$$

Según la ecuación de Stokes y tomando la expresión de Sokolov para el componente normal de turbulencia  $u = 1.52 W$ , resulta la ecuación siguiente para la longitud del desarenador (L)

$$L = 1.18 \cdot C \cdot h \cdot V / W = 4.55 \text{ m}$$

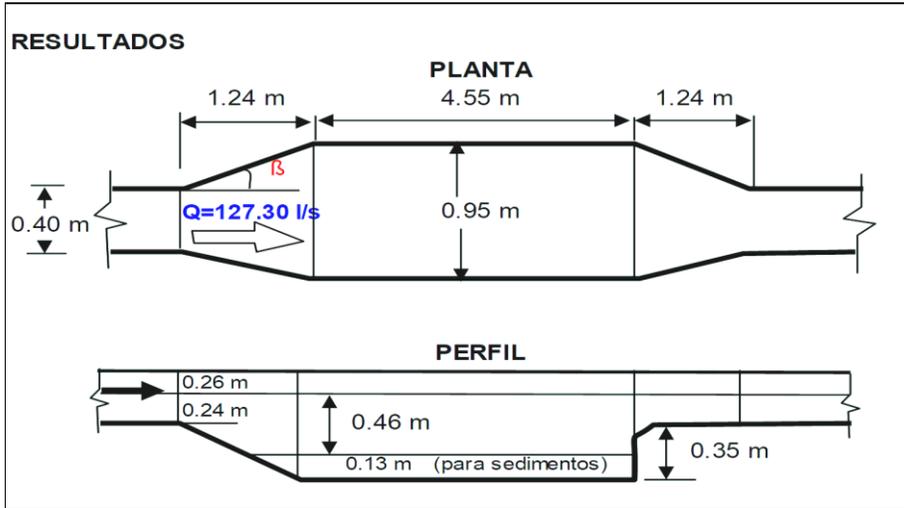


Figura 12. Hoja de cálculo para diseño del desarenador. Tomado de W. Ríos E.

Diseño del canal para conducción, que permita llevar el recurso hacia los terrenos de cultivo con la calidad deseada.

Lugar:	Canal de conducción	Proyecto:	
Tramo:	Prog. 0+000 km - 0+461 km	Revestimiento:	

**Datos:**

Caudal (Q):	0.12730	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	0.40	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.0066	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	0.2402	m	Perímetro (p):	0.8803	m
Area hidráulica (A):	0.0961	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.1091	m
Espejo de agua (T):	0.4000	m	Velocidad (v):	1.3251	m/s
Número de Froude (F):	0.8633		Energía específica (E):	0.3297	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Figura 13. Canal de conducción - Concreto.

Q = 0.1273 m<sup>3</sup>/s (Caudal)  
b = 0.40 m (Base menor)  
BL = 0.20 m (Bordo Libre)  
Am = 0.15 m (Ancho de muro)  
S = 0.0066 (Pendiente)  
Z = 0 (Talud)  
Y = 0.24 m (Tirante) ≈ 0.30 m

### **Diseño de Toma Lateral:**

#### Muro

H mayor = 0.50 m (Altura entrada)  
H menor = 0.45 m (Altura salida)  
L = 0.65 m (largo)  
E muro = 0.10 m

#### Losa

E losa = 0.075 m ≈ 0.10 m

#### Otros

Compuerta tipo tarjeta de 30 cm x 50 cm  
Atagüa de madera de 30 cm x 1.5 pulg.

### **Etapas V:** Determinación de la demanda Hídrica.

Cálculo del caudal de diseño de la captación mediante el estudio hidrológico (ver anexo 13), para el P.R. de 5, 10, 20, 50 y 100 años, este caudal servirá para el diseño de la captación.

La Micro cuenca de aporte Los Potros, está localizada en la región Piura, contextualizándose en la provincia de Morropón – distrito de Chalaco, pertenece a la parte media del río Chalaco, el inicio de captación proyectado se encuentra entre las

coordenadas UTM: Datum: WGS 84 zona 18S: 367502.1 m E y 9443253.4 mN, cuya fuente natural es la quebrada los potros; presenta un área de drenaje total de 20 899.54 km<sup>2</sup>, una elevación media de 2 676.5 m.s.n.m, una extensión máxima de desplazamiento desde sus inicios hasta la zona de captación igual a 135.64 km; además tiene un declive medio de 4.71 %.

La Microcuenca de contribución Los Potros, tiene sus inicios en las alturas con elevaciones superiores a los 2650 m.s.n.m, sustentándose con las intensas lluvias que precipitan en la parte alta de su Micro cuenca colectora.

La precipitación total mensual utilizados fueron de las estaciones Morropón, Carrasquillo y San Pedro, las precipitaciones máximas diarias utilizadas fueron de la estación de San Pedro, los 20 últimos años de registro (1995-2014); para determinar la evapotranspiración en terrenos de cultivos fue usada los reportes de la estación meteorológica de Morropón.

Los gastos incrementales hallados con HEC HMS para la Microcuenca de aporte Los Potros, en los periodos de retorno fueron para 25, 50, 100, 200 y 500 años en la toma programada son para  $Tr = 25$  años  $Q = 8.26$  m<sup>3</sup>/s ,  $Tr = 50$  años  $Q = 10.09$  m<sup>3</sup>/s,  $Tr = 100$  años  $Q = 15.76$  m<sup>3</sup>/s,  $Tr = 200$  años  $Q = 17.32$  m<sup>3</sup>/s y  $Tr = 500$  años  $Q = 20.16$

La Microcuenca de aporte Los Potros es una zona con alto tránsito de piedras y sedimentos en épocas de avenida por lo que será necesario tomar en cuenta una profundidad de socavación de 1.50 m, para el diseño.

La infraestructura de toma, se debe diseñar para soportar cargas de agua con presencia de piedras, provenientes de la parte alta de la Micro cuenca de aporte por lo cual se recomienda una bocatoma mixta.

**Diseño de captación**, que asegure la dotación del recurso hídrico cuando el caudal de la quebrada los potros, sea mínimo (estiaje).

DATOS:

Según estudio hidrológico

Q min	=	0.10 m <sup>3</sup> /s
Q max	=	10.00 m <sup>3</sup> /s
Q medio	=	1.89 m <sup>3</sup> /s
Pendiente del río: SR	=	0.012
Ancho del río: B	=	10.00 m
Caudal de diseño QD	=	0.127 m <sup>3</sup> /s (a captar)

Por lo tanto:

Q Max	=	10.00 m <sup>3</sup> /s
Ancho del barraje: B	=	11.00 m

El ancho del río calculado para una sección estable es menor al ancho del río dado como dato, esto quiere decir que no es necesario ensanchar el río y tomamos un ancho:

$$B = 11.00 \text{ m}$$

Altura de barraje y de muro de encauzamiento

Altura de barraje:

$$P = 0.80 \text{ m}$$

Carga sobre el barraje

$$H_d = h = 0.572 \text{ m}$$

$$V = 1.59 \text{ m/s}$$

Carga energética  $H_e$

$$h_e = 0.70 \text{ m}$$

Cresta del Barraje

$$H_d = 0.57 \text{ m}$$

Ecuación del perfil Creager:

$$Y = 0.804 X^{1.85}$$

X	0.00	0.10	0.20	0.35	0.50	0.65	0.80	1.00	1.20	1.40	1.45
Y	0.000	0.011	0.041	0.115	0.223	0.362	0.532	0.804	1.126	1.497	1.598

Dimensiones del Barraje, Colchón disipador de energía, dentellón y azud.

Longitud del Barraje

$$L_B = 0.75 \text{ m}$$

Longitud del Colchón Disipador

$$L_c = 4.00 \text{ m}$$

Longitud de defensa aguas arriba

$$L_d = 2.00 \text{ m}$$

Longitud de defensa aguas abajo

$$L_s = 3.50 \text{ m.}$$

Profundidad del Dentellón del Colchón Disipador

$$H_s = 1.00 \text{ m.}$$

Dimensión del Solado del Colchón Disipador

$$e = 0.10 \text{ m}$$

determinación de la Sección de la Ventana

$$N^{\circ} \text{ ventanas} = 1$$

$$h_v = 0.40 \text{ m}$$

$$b_v = 0.40 \text{ m}$$

Dimensiones de la ventana de captación

Cálculo de Sub presiones

Sub presión por 1m de profundidad

$$\text{Si: } B = 11.00 \text{ m} \quad (\text{Ancho})$$

$$S = 405.72 \quad \text{Kg/m}$$

$$S = 4,462.94 \quad \text{Kg}$$

Seguridad Contra el Volteo

$$FSV = 1.52 > 1.5 \text{ a } 2.0 \text{ (Correcto, la estructura es estable al volteo)}$$

Seguridad Contra el Deslizamiento

$$FSD = 8.50 > 1.5 \text{ a } 2.0 \text{ (Correcto, la estructura es estable al Deslizamiento)}$$

Seguridad al hundimiento

Se debe cumplir:

$\sigma_{A,B}$	<	$\sigma_{\text{SUELO}}$	-
5,081.00	<	10,840	Cumple
-17,321.31	<	10,840	Cumple

(La estructura es estable al hundimiento)

## Diseño de la Caja de Reunión de Agua Captada

$$H = 1.20 \text{ m}$$

$$A = 1.10 \text{ m}$$

$$L = 1.10 \text{ m}$$

$$L_t = 1.50 \text{ m}$$

### Refuerzo estructural

Las estructuras son estables por flexión y cortante, por lo que el refuerzo a colocar será sólo el de contracción y temperatura:

Refuerzo por temperatura barraje

Cuantía por Temperatura: 0.0018

$$b = 100 \text{ cm} \quad (\text{Ancho tributario})$$

$$e = 70 \text{ cm}$$

Para cresta y caída

Para apoyo

$$A_{smin} = 0.0018 \quad *100 \quad *70$$

$$A_{smin} = 0.0018 \quad *100 \quad *70$$

$$A_{smin} = 12.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 12.60 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento de refuerzos

$$\text{Con: } db = 1/2" = 1.26677166 \times 100 = 10.05374333 \text{ cm } 12.60$$

$\Phi 1/2" 4 @ 0.20 \text{ m}$  una malla en todo el perímetro

Refuerzo por temperatura colchón disipador

Cuantía por Temperatura: 0.0018

$b = 100 \text{ cm}$  (Ancho tributario)

$e = 30 \text{ cm}$  ( $h = 30 \text{ cm}$ )

$A_{smin} = 0.0018 \times 100 \times 30$

$A_{smin} = 5.40 \text{ cm}^2$

Espaciamiento de refuerzos

$$\text{Con: } db = 3/8" = 0.712559059 \times 100 = 3.19553813 \text{ cm } 5.40$$

$\Phi 3/8" 20 @ 0.20 \text{ m}$  una malla en todo el perímetro

Durante las etapas I y II, estará presente en el acompañamiento la Municipalidad Distrital de Chalaco- Morropón- Piura, que se acreditarán con las fotografías correspondientes. Y con las autorizaciones pertinentes.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Al culminar la evaluación de los datos y las diversas formas de información, es necesario identificar los distintos procesos en los cuales se revisaron los datos, el asunto es modificar y llegar a tener conocimientos cualitativos, para poder precisar de manera transparente la evaluación de datos y de ordenación.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación fue efectuada nombrando a todos los autores que se utilizaron como referencia.

Toda la información que se comparte en esta investigación es clara, debido a que todos los datos mostrados son reales y fueron tomados en la zona del estudio para efectuar una investigación veraz, esto desde el punto de vista Ético.

La presente investigación se elaboró con la venia del ex alcalde Distrital de la Municipalidad de Chalaco, y con el acompañamiento del ingeniero responsable de la Gerencia de obras.

Todo lo antes mencionado fue ejecutado bajo las normas, además se respetó los resultados y la confianza de los datos alcanzados en el laboratorio, bajo la certificación adecuada para su validación. Al finalizar el estudio fue contrastado por la herramienta anti plagio turnitin.

#### **IV. RESULTADOS**

Descripción del ámbito del estudio:

El Caserío de Huacapampa, se encuentra situado, hacia el sureste de la ciudad de Piura, a una separación aproximada de 168.70 km.

##### ***Ubicación política***

Departamento : Piura.  
Provincia : Morropón.  
Distrito : Chalaco.  
Localidad : Caserío Huacapampa.

##### ***Ubicación Geográfica del Área Media en coordenadas UTM***

Abscisa : 0632413.00 m E  
Norte : 9444264.00 m S  
Topografía : Relieve de pendiente accidentada, montañoso y complejo, con valles angostos.  
Altitud : 2,382.00 msnm.

##### ***Ubicación hidrográfica***

Cuenca del río Piura.

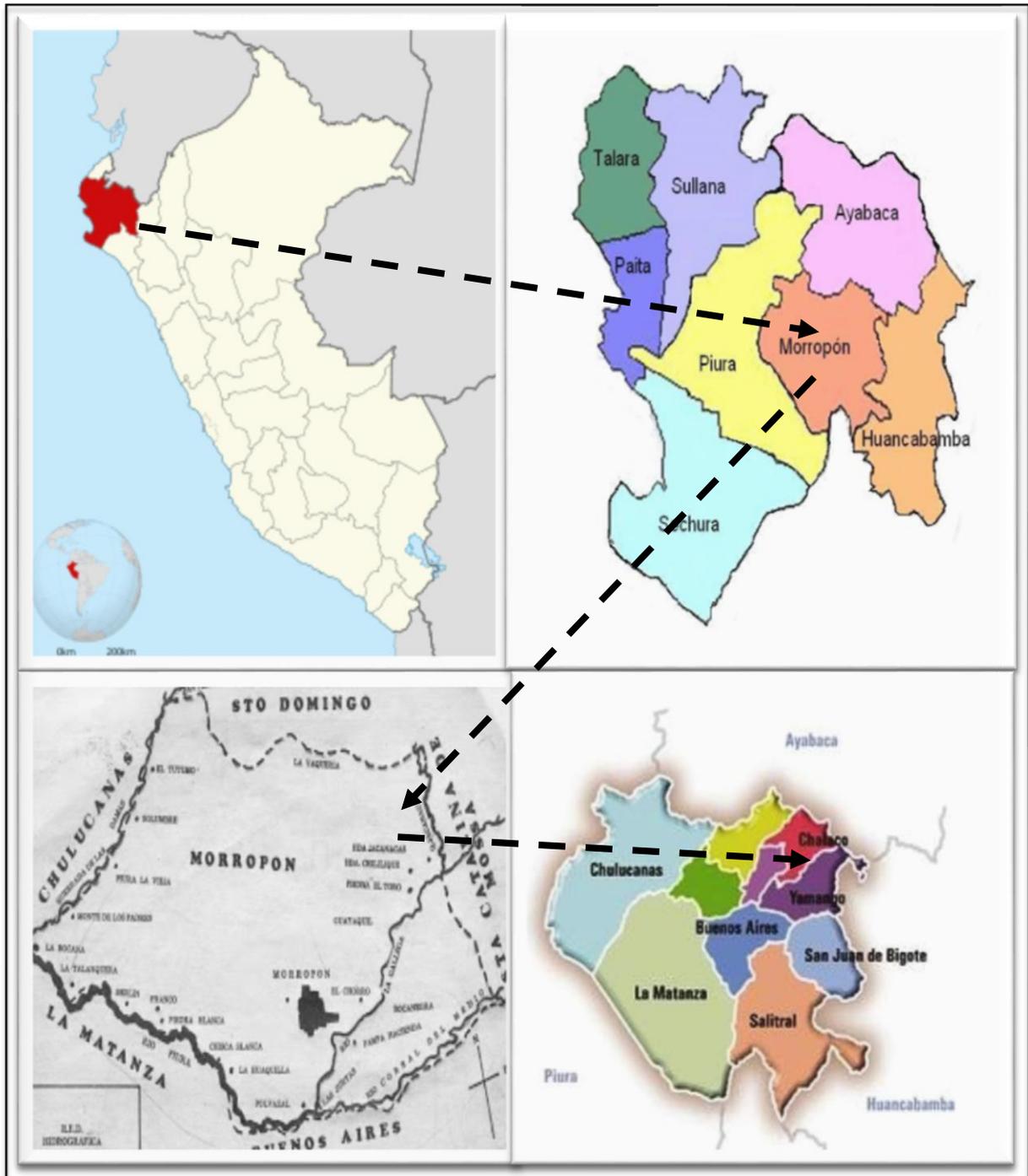


Figura 14. Localización del ámbito del estudio

**Objetivo específico 01:** Calcular las características geográficas para poder definir variables y parámetros para el diseño del sistema de riego.

**Estudio topográfico:** se presentan los resultados y fotografías tomadas durante el levantamiento de información con equipo topográfico.



**Figura 15.** *Vista panorámica de la Proyección del sistema de riego*



**Figura 16.** *Vista del reservorio totalmente colmatado.*

**Tabla 16**

*Bm's usados en el levantamiento topográfico*

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM		COTAS
	ESTE	NORTE	(m.s.n.m)
BM-1	9444292.39	632502.353	2378.00
BM-2	9444323.26	632449.034	2366.38

El estudio topográfico se realizó en el área de influencia del sistema de riego Huacapampa existente, el mismo que solo se evidencia por un muro del reservorio antiguo y un canal ahora de tierra, Para el levantamiento topográfico del terreno se estableció una (01) poligonal Abierta, poligonal de 08 vértices (BM-1, BM-2, C1, C2, C3, C4, C5, C6) establecida con la finalidad del levantamiento topográfico de toda la zona de estudio, tiene una longitud de 602.388, con un error angular de 03" y un error lineal de 0.005m, clasificado como una poligonal de primer orden. las pendientes encontradas varían entre 8 % y 16%, clasificada como pendiente moderada, la misma, que permite utilizar el sistema de riego por gravedad.

**Estudios de mecánica de suelos:** se muestran las fotos obtenidas en campo.



**Figura 17.** *Excavación y extracción de muestras de las calicatas C1 y C2.*

**Tabla 17***Numero calicatas y sus características.*

N° Calicata	Profundidad (m)	Nivel Freático (m.s.n.m.)
	A cielo abierto	
<b>C-1</b>	2.00	1.50
<b>C-2</b>	2.50	1.50

*Nota.* Estudio de Mecánica Suelos.

En el test de geotecnia, se realizaron 2 perforaciones c-1 donde se cimentará la captación y c-2 donde se construirá el canal de riego, a una profundidad promedio de 1.50m se encontró el nivel freático.

**Tabla 18***Clasificación del suelo mediante sistemas AASHTO Y SUCS.*

Muestra	Profundidad de Muestreo (m)	Parámetros de Identificación Análisis Granulométrico			Clasificación Límites de Consistencia			Clasificación de Suelos	
		Gra va	% Arena	Pasa 200	Limite Líquido %	Limite Plástico %	Índice Plasticidad %	SUCS	AASHTO
<b>C-01</b>	0.65 – 1.50	6.7	63.3	6.6	46.68	31.65	15.03	A-2-7(0)	SM
<b>C-02</b>	0.40 – 1.50	7.4	52.6	9.9	39.48	26.59	12.89	A-2-6(0)	GM

*Nota:* Estudio de Mecánica de Suelos

En el ensayo granulométrico se obtuvo, la ordenación por la magnitud de las partículas predominando la arena con valores de 63.3% para la calicata número 1 y 52.6% para la calicata número 2, con respecto al límite líquido, muestran valores que varían entre 46.68% y 39.48% para ambas muestras, lo que significaría que son suelos con baja plasticidad y no se generaría deformaciones importantes.

**Tabla 19**

*Presencia de cloruros, sulfatos y sales presentes en el suelo.*

<b>Muestra</b>	<b>Cloruros (p.p.m)</b>	<b>Sulfatos (p.p.m)</b>	<b>Sales (p.p.m)</b>
C-01	720	580	1420
C-02	635	450	1120

*Nota.* Estudio de Mecánica de Suelos

También se estableció el contenido de cloruros, sulfatos y sales en el suelo donde se cimentará la infraestructura de captación y conducción del sistema de irrigación por gravedad, los mismos que determinan no ser perjudiciales. La capacidad Admisible para ambas muestras es de:

De la C-01 Recomendamos como valor único de diseño  $q_{ad} = 1.084 \text{ kg/cm}^2$

De la C-02 Recomendamos como valor único de diseño  $q_{ad} = 1.633 \text{ kg/cm}^2$

Por último, en el informe de geotecnia recomienda mejorar el terreno donde se cimentará la captación, con una capa de 30 cm de over de 3 pulgadas y 30 cm de hormigón.

**Aforo Volumétrico:** se muestra en la figura el aforo realizado con apoyo de personal de la municipalidad distrital de chalaco.



**Figura 18.** Aforo de la quebrada los Potros-Huacapampa.

$T_{prom} =$	0.0271	seg	=	0.0271	seg
$Q = \frac{Vol}{T}$		lts	=	147.37	l/s
		seg			
Porcentaje de perdida = 40 %			visto en campo		
$Q$	=	147.37	l/s	En estiaje	
$Q_{min}$	=	0.150	m <sup>3</sup> /seg	En estiaje	

**Figura 19.** Resultado del aforo.

La medición se realizó mediante un método simple (método volumétrico), pero eficaz, por lo tanto, se tomó los datos de tiempo con un cronometro y un balde de 4 litros; se evidencia que durante la etapa de estiaje se cuenta con caudal suficiente de 0.14737 m<sup>3</sup>/seg, para el desempeño óptimo del sistema de irrigación por gravedad Huacapampa del cual solo se captará 0.127m<sup>3</sup>/seg.

**Determinación de las áreas de terrenos:** se hizo una asamblea con el comité de usuarios del sistema de irrigación Huacapampa, así mismo, se les aplico las encuestas.



**Figura 20.** Reunión con el comité de regantes.

**Tabla 20**

*Cantidad de terreno total del sector Huacapampa*

<b>Cultivos</b>	<b>Área (ha)</b>
Maíz Amarillo Duro	100.430
frejol	80.520
pastos	110.930
otros	80.520
Frutales	60.530
<b>Área total</b>	<b>432.93</b>

De acuerdo a los datos recopilados de la encuesta, tiene un total de 432.93 hectáreas, que serán beneficiadas con la propuesta del diseño del canal de irrigación, donde se viene sembrando granos, pastos y otros, sustituyendo al cultivo de caña de azúcar, por contar con un inadecuado sistema de riego.

**Objetivo específico 02:** Obtener las características climáticas del sector Huacapampa; obtenido el valor de la evapotranspiración Potencial Eto (mm/mes) del Instituto Internacional para la Gestión del Agua (IWMI), se realizó el cálculo para la determinación de los parámetros climáticos como se presentan a continuación:

**Tabla 21**

*Características climáticas del sector Huacapampa.*

Parámetro	Unidad	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
1.Evotrans. potencial	(mm/dia)	3.72	3.65	3.55	3.58	3.70	3.75	4.01	4.35	4.34	4.32	4.31	4.18
2.Kc ponderado		0.44	0.62	0.94	1.03	0.97	0.94	0.47	0.64	0.94	1.03	0.97	0.94
3.Evotranp.Real o Uso Consuntivo (1*2)	(mm/dia)	1.63	2.25	3.35	3.70	3.59	3.53	1.88	2.77	4.09	4.46	4.18	3.94
4.Precipitación Efectiva	(mm/dia)	2.68	4.90	6.09	3.73	0.99	0.25	0.05	0.09	0.27	0.73	0.66	1.22

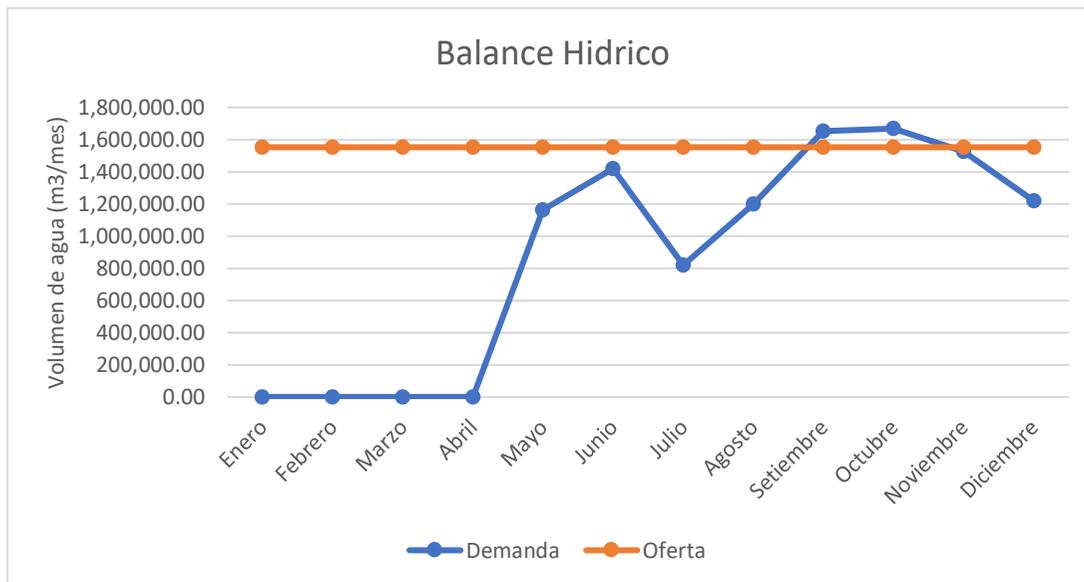
En el periodo de julio hasta diciembre se cuenta con valores de evapotranspiración potencial (4.01 mm/día hasta 4.35 mm/día) superiores a los presentes en el primer semestre de enero a junio (3.55 mm/día hasta 3.75mm/día). Con respecto al coeficiente de cultivo Kc, existen valores con necesidades incrementales de agua en el periodo de abril y octubre; la evapotranspiración real se observa mayor pérdida de agua en el periodo de setiembre a noviembre (de 4.09 mm/día a 4.46 mm/día), la precipitación efectiva cuenta con valores máximos desde el mes de diciembre hasta abril, siendo el más significativo el mes de marzo con 6.09 mm/día.

**Objetivo específico 03:** determinar el balance hídrico de los cultivos; se realizó mediante el software Microsoft Excel obteniendo los siguientes valores:

**Tabla 22**

*Balance hídrico de los cultivos*

Parámetro	Unid.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Demanda	(m <sup>3</sup> /año)	10,665,825.72	0.00	0.00	0.00	0.00	1,163,747.33	1,420,575.83	818,878.05	1,199,041.23	1,653,376.87	1,668,159.62	1,524,305.16	1,217,741.62
Oferta	(m <sup>3</sup> /año)	18,625,895.44	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95
Balance	(m <sup>3</sup> /año)	7,960,069.72	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	1,552,157.95	388,410.62	131,582.12	733,279.90	353,116.721	-101,218.921	-16,001.67	27,852.797	334,416.329



**Figura 21.** *Distribución del volumen de agua disponible para cada mes.*

De acuerdo al balance hídrico, se obtuvieron datos relevantes como los meses en que la oferta de agua es menor a la demanda como son los meses de setiembre con -101, 218.921 m<sup>3</sup>/mes y octubre -16,001.67 m<sup>3</sup>/mes, es aquí donde se interviene con el planteamiento del diseño óptimo de la infraestructura de irrigación, que asegure buenos rendimientos de los cultivos implantados en el sector Huacapampa. Así mismo, se debe descolmatar los sedimentos del reservorio para poder almacenar y usar la cantidad necesaria que pueda mitigar el déficit hídrico de los meses de menor oferta.

Prueba de normalidad

H<sub>0</sub>: La demanda hídrica no intervendrá directamente en los diseños de los sistemas de riego por gravedad.

H<sub>1</sub>: La demanda hídrica intervendrá directamente en los diseños de los sistemas de riego por gravedad.

**Tabla 23**

*Prueba de normalidad*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Demanda H	0.237	12	0.061	0.816	12	0.014
Diseño (Q)	0.232	12	0.075	0.821	12	0.016

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, porque la cantidad de datos es menor a 50. Tanto para la demanda como para el diseño adecuado, se encontraron valores de significancia de 0.014 y 0.016 respectivamente, en ambos casos estos valores son menores que el p-valor (Sig. < 0.05) por lo que se rechaza H<sub>0</sub>, lo cual indica que los datos no provienen de una distribución normal, así mismo los datos provienen de una distribución no paramétrica.

**Tabla 24**

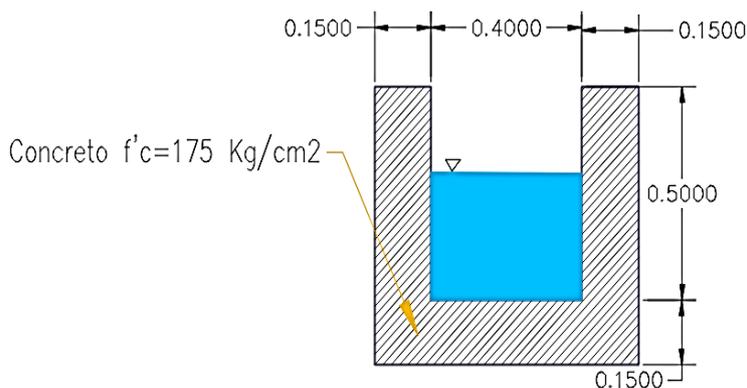
*Prueba de Hipótesis del Chi – cuadrado.*

	<b>Valor</b>	<b>gl.</b>	<b>Sig. Asintótica (Bilateral)</b>
Chi-cuadrado de Pearson	96,000a	64	0,006
Razón de verosimilitudes	48,547	64	0,924
Asociación lineal por lineal	10,992	1	0,001
N de casos válidos	12		

a. 81 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

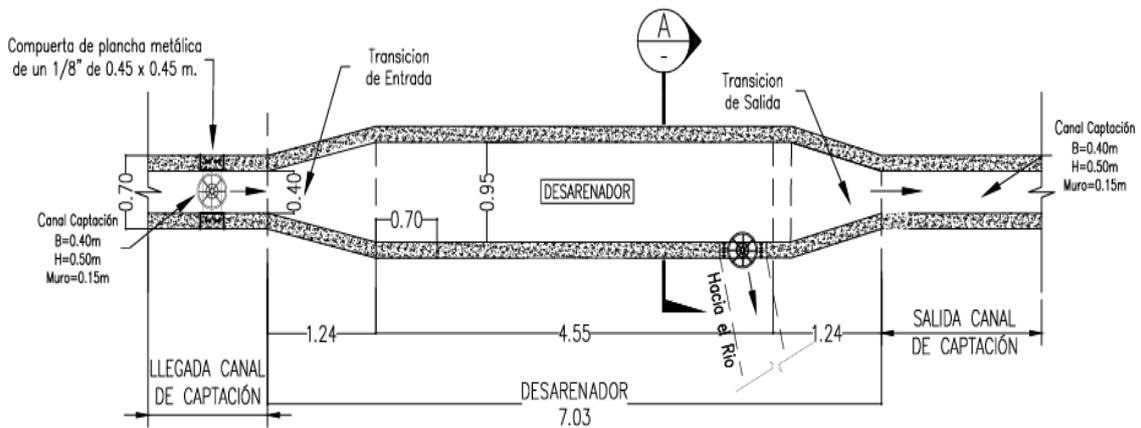
Se utilizo la prueba estadística del chi – Cuadrado, la misma que se aplica para datos no paramétricos; al analizar en esta investigación el  $P=0.006 < 0.05$  por tanto, la hipótesis nula  $H_0$  se rechaza y se acepta la hipótesis alterna  $H_1$ , donde podemos concluir que La demanda hídrica intervendrá directamente en los diseños de los sistemas de riego por gravedad.

**Objetivo específico 04:** diseñar un sistema de riego por gravedad eficiente y adecuado para el sector Huacapampa; donde se ha propuesto el diseño de un canal de aducción, un desarenador, un canal de conducción entre otros que brinden un servicio adecuado y que serán abarcados y explicados a continuación:



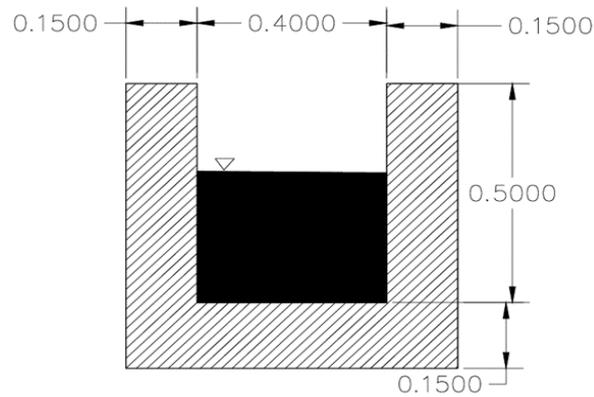
**Figura 22.** Dimensiones del canal de aducción.

El ante canal, tiene una longitud de 79.76 m de sección rectangular con muros de 0.65 m de altura, base de 0.40m y ancho de 0.15 m, de hormigón simple de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , el mismo que inicia desde la ventana de captación proyectada hasta el reservorio existente y se diseña de acuerdo al caudal obtenido en el balance hídrico, el diseño se realiza con el software H canales y se plasmó con AutoCAD 2024.



**Figura 23.** Dimensiones del Desarenador.

El desarenador tiene una longitud total de 7.03m y ancho 1.25m con muros de 1.00m de altura y el ancho de muros de 0.15m, con hormigón armado  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , así mismo, presenta transiciones de entrada y de salida de 1.24m, además cuenta con una compuerta de ingreso de dimensiones 0.45m de altura por 0.45m de ancho y compuerta de limpia de sedimentos de 0.70m de altura por 0.55 ancho ambas compuertas con plancha metálica de 1/8" de espesor con volante.



**Figura 24.** Dimensiones del canal de Conducción

Canal de conducción tiene una longitud de 503.26 m de sección rectangular con muros de 0.65 m de altura, base de 0.40m y ancho de 0.15 m, de hormigon simple de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y se refiere al canal de riego que capta el agua desde el reservorio hasta las parcelas de los usuarios en el sector Huacapampa, en Chalaco, Morropón, Piura. El diseño implica la ayuda del software H canales y la generación de planos en AutoCAD 2024.

**Objetivo específico 05:** evaluación hídrica de la sub cuenca para el diseño de la captación del sistema de riego Huacapampa.

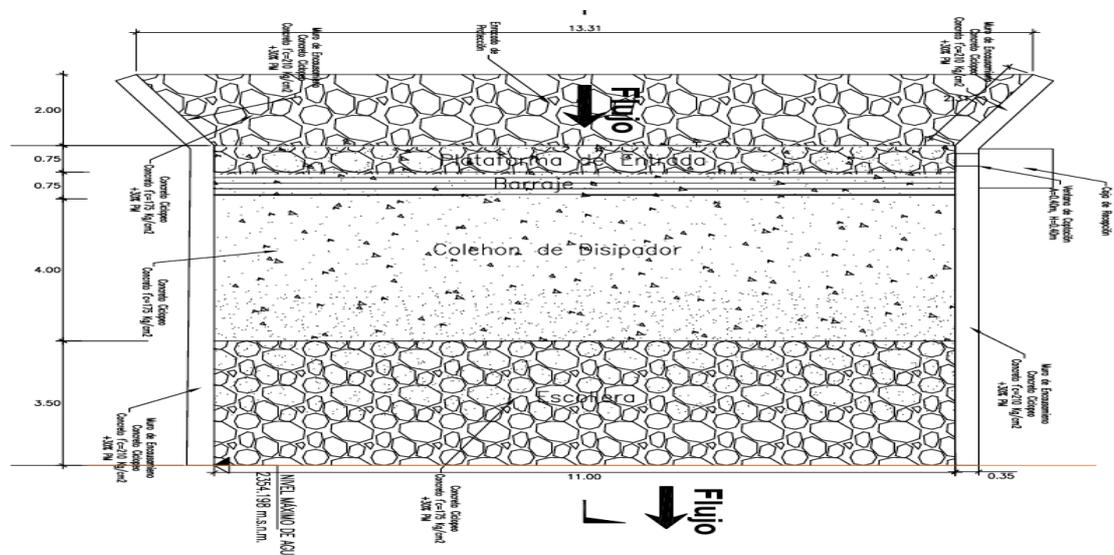
De acuerdo al estudio hidrológico realizado se consiguieron los resultados siguientes:

**Tabla 25**

*Periodo de retorno y el caudal calculado.*

Parámetro	Unidades	Periodo retorno				
		25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
Caudal	m3/seg	8.26	10.09	15.76	17.32	20.16

Para el diseño de la captación se opta por tomar el caudal de 10 m3/seg, típico de un periodo de retorno de 50 años, puesto que, para periodos de retorno mayores las dimensiones aumentan y no guardaría relación con el relieve de la zona, siendo innecesario debido a que al ser de mayores longitudes (altura) ante una máxima avenida existiría desbordamientos aguas arriba de la captación. Además, el estudio hidrológico recomienda tomar en cuenta una profundidad de socavación de 1.50 m, para efectos de diseño. Así mismo la construcción de una bocatoma mixta (barraje móvil y barraje fijo). En el diseño de la bocatoma se obtuvo lo que se muestra:



**Figura 25.** Vista en planta de la bocatoma en AutoCAD 2024.

La captación consta de dos muros de encauzamiento de 11.31 m de longitud, altura de 1.90 m y 0.35 m de ancho, de hormigón ciclópeo  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M. su cimentación es de 1.50 m de profundidad y de 0.75m de ancho, con concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  P.M. al ingreso cuenta con una protección de 2 m de longitud de hormigón  $f'c = 175\text{kg/cm}^2 + 30\%$  P.M. así mismo, el barraje fijo de hormigón armado de  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ , de 11 m de largo por 0.75m de ancho y 0.86 de altura, estas dimensiones aseguran la dotación continua del recurso hídrico a través de la ventana de captación de 0.40 m por 0.40 m; el colchón disipador de energía de 4 m de longitud, de concreto armado de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , por último se cuenta con una escollera o protección de salida de 3.50m de largo de hormigón ciclópeo  $f'c=175\text{kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.

**Tabla 26**

*Resumen de dimensiones resultado del diseño de la captación.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Dimensiones de la captación</b>	
Caudal máximo	m <sup>3</sup> /seg	10.00	
longitud de barraje	m	11.00	
Altura de Barraje	m	0.80	
Ancho del barraje	m	0.75	
Longitud de colchón disipador de energía	m	4.00	
Protección aguas arriba	m	2.00	
Protección aguas abajo	m	3.50	
	Altura	m	0.40

Dimensiones de la	base	m	0.30
ventana	de		
captación			
	Altura	m	1.20
	Longitud	m	1.10
Caja de reunión	Ancho	m	1.10
para	agua	Espesor de	m
captada	muro		0.15

Así mismo, la estructura es estable al volteo, al deslizamiento y al hundimiento; además se colocará acero de refuerzo en el barraje fijo, y también en el colchón disipador de energía.

## V. DISCUSIÓN

1. En este apartado una de las características geográficas a analizar es la topografía que, de acuerdo a los parámetros obtenidos para el diseño del sistema de riego por gravedad, se obtuvo que, las pendientes en el sector de Huacapampa varían entre 8 % y 16%, clasificada como pendiente moderada, la misma, que permite utilizar el riego por gravedad, coincidiendo con Villanueva (2018). (6) en su investigación.
2. Por otro lado, las características climáticas como la precipitación efectiva dada en parte por la herramienta online del Instituto Internacional para la Gestión del Agua (IWMI), que brinda datos confiables, para obtener la demanda hídrica de los cultivos coincide con la investigación realizada por los autores Chávez y Cipagauta (2020), debido a que, en ambos casos se usa el método FAO. Así mismo, difieren en la necesidad de agua de los cultivos, porque para la presente investigación las etapas con déficit de agua son durante los meses de setiembre y octubre etapas finales del cultivo, mientras que para los investigadores el déficit se de agua de riego es para etapas iniciales de cultivo. para el resto del año ambas investigaciones los gastos de caudal para los cultivos son absorbidos por la oferta hídrica. (9)
3. Con respecto a la determinación del balance hídrico anual realizado para los cultivos del sector Huacapampa, en chalaco; en la presente investigación se verifico que existe déficit hídrico significativo, durante el periodo de setiembre y octubre. De acuerdo con Ramírez (2017), el análisis de la demanda hídrica anual revela que la hacienda Cabaña, experimenta principalmente déficit hídrico, durante los periodos de enero a marzo y de julio a octubre que coincidiría con el presente trabajo en la necesidad de agua para el periodo de

setiembre y octubre, donde se deben establecer estrategias para optimizar el empleo del recurso hídrico mediante la mejora de la infraestructura de irrigación existente. (11)

4. Otro tema de discusión es el diseño del sistema de riego por gravedad eficiente y adecuado en el sector Huacapampa, el mismo que tiene como elementos: una captación, un canal de aducción, un desarenador, un canal de distribución, una toma lateral y que fue diseñado con un flujo subcrítico; lo que, coincide en parte con la investigación de Ramírez (2020), con el diseño de un tramo principal del canal de conducción diseñado, con un flujo subcrítico, así mismo tenemos una bocatoma y obras de arte tales como un desarenador, y 4 rápidas, cabe resalta que en ambos casos se diseñó de acuerdo a los criterios de la guía de la autoridad nacional de agua, con un flujo subcrítico y con elementos (obras de arte) que garantizan un adecuado funcionamiento. (8)

5. Con respecto a la evaluación hídrica para el diseño de la captación del sistema de riego Huacapampa, se calcularon los caudales para caudales de retorno de 25, 50, 100, 200 y 500 años, pero se optó por el periodo de retorno de 50 años el cual es de 10m<sup>3</sup>/seg, así mismo, en el estudio realizado por Angulo y Velásquez (2017), se calcula caudales para diferentes periodos de retorno: 0.37 m<sup>3</sup>/seg, para un periodo de retorno de 3 años, 0.57 m<sup>3</sup>/seg. para un periodo de retorno de 5 años, 0.96 m<sup>3</sup>/seg. para un periodo de retorno de 10 años, 1.27 m<sup>3</sup>/seg. para un periodo de retorno de 25 años y 1.40 m<sup>3</sup>/seg. para un periodo de retorno de 50 años. Para ambos estudios se destaca la importancia de determinar los caudales de retorno para poder utilizar la

información y lograr adecuados diseños de captación, por lo tanto, las investigaciones tienen coincidencia en ese aspecto. (10)

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye, que los valores de las características geográficas encontradas para el diseño del sistema de riego, a continuación se detalla: El **estudio topográfico**, tiene un trazo total de 602.388 metros lineales, así mismo, presenta pendientes moderadas que varían entre 8% y 16%, lo que permite optar por el riego por gravedad; el **estudio de mecánica de suelos**, determino una qad de 1.084 kg/cm<sup>2</sup>, para la zona donde se construirá la bocatoma y una qad de 1.633 kg/cm<sup>2</sup>, para la zona donde se proyecta el canal; así mismo el estudio recomendó mejorar el suelo donde se cimentará la captación, con una capa de 30 cm de Over de 3 pulgadas y 30 cm de hormigón; con respecto al **caudal de diseño** se obtuvo el valor de 0.127m<sup>3</sup>/seg; y por último, el **área de terrenos** total determinado es de 432.93 hectáreas.
2. Así mismo se concluye, que las características climáticas del sector Huacapampa son las siguientes: En los meses de julio a diciembre se cuenta con valores de **evapotranspiración potencial** (4.01 mm/día hasta 4.35 mm/día) superiores a los presentes en el primer semestre de enero a junio (3.55 mm/día hasta 3.75mm/día). Con respecto al **coeficiente de cultivo Kc (FAO)**, existen valores con superior demanda de agua en los meses de abril y octubre; **la evapotranspiración real** se observa mayor pérdida de agua en los meses de setiembre a noviembre (de 4.09 mm/día a 4.46 mm/día), **la precipitación efectiva** cuenta con valores máximos desde el mes de diciembre hasta abril, pero, el más significativo el periodo de marzo con 6.09 mm/día.

3. También se puede concluir, que se determinó el **balance hídrico** de los cultivos, donde se obtuvieron datos relevantes, y obteniendo una distribución normal de los datos con un valor Sig. > 0.05, como el periodo en que la oferta de agua es menor a la demanda presentes en el periodo de setiembre con -101, 218.921 m<sup>3</sup>/mes y octubre -16,001.67 m<sup>3</sup>/mes. es aquí donde se interviene con el diseño óptimo de la infraestructura de riego, que asegure buenos rendimientos de los cultivos implantados en el sector Huacapampa. Luego de utilizar la prueba de Shapiro Wilk, (datos < 50), Tanto para la demanda como para el diseño (Q), se encontró valores de significancia de 0.014 y 0.016 respectivamente, en ambos casos estos valores son menores que el p-valor (Sig. < 0.05) por lo que, se rechaza H<sub>0</sub>, lo cual indica que los datos no provienen de una distribución normal, así mismo, los datos provienen de una distribución no paramétrica, este análisis permite aplicar la prueba estadística del chi – Cuadrado, al analizar en esta investigación el  $P=0.006<0.05$  por lo tanto, la hipótesis nula H<sub>0</sub> se rechaza y se acepta la hipótesis alterna H<sub>1</sub>, donde podemos concluir que La demanda hídrica intervendrá directamente en los diseños de los sistemas de riego por gravedad.
4. Se diseñó el sistema de riego por gravedad eficiente y adecuado para el sector Huacapampa, que consta de los siguientes componentes: el **canal de aducción**, tiene una longitud de 79.76 m de sección rectangular con muros de 0.65 m de altura, base de 0.40m y ancho de 0.15 m, de concreto simple de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ ; el **desarenador**, tiene una longitud total de 7.03m y ancho 1.25m con muros de 1.00m de altura y el espesor de muros de 0.15m, con concreto armado  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , así mismo, presenta transiciones de entrada y de salida de 1.24m, además cuenta con una compuerta de ingreso de

dimensiones 0.45m de altura por 0.45m de ancho y compuerta de limpia de sedimentos de 0.70m de altura por 0.55 ancho ambas compuertas con plancha metálica de  $e=1/8''$  con volante, **canal de conducción**, tiene una longitud de 503.26 m de sección rectangular con muros de 0.65 m de altura, base de 0.40m y ancho de 0.15 m, de concreto simple de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . el sistema de riego por gravedad del sector Huacapampa va a cubrir con las necesidades de riego de 432.93 hectáreas de terreno en el distrito de chalaco lo que aportara a la disminución del porcentaje de superficies sin agrícola sin riego y por ende al **cierre de brechas** indicadas por el portal del M.E.F (2023), (3).

5. Con la evaluación hídrica de la sub cuenca se diseñó de la captación del sistema de riego Huacapampa se determinó lo siguiente: la captación se diseñó con un caudal de  $10\text{m}^3$  para un periodo de retorno de 50 años, La misma que consta de dos muros de encauzamiento de 11.31 m de longitud, altura de 1.90 m y 0.35 m de ancho, de concreto ciclópeo  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M. su cimentación es de 1.50 m de profundidad y de 0.75m de ancho, de concreto  $f'c =175\text{kg/cm}^2 + 30\%$ P.M. en el ingreso cuenta con una protección de 2 m de longitud de concreto  $f'c =175\text{kg/cm}^2 +30\%$  P.M. así mismo, el barraje fijo de concreto armado de  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ , de 11 m de largo por 0.75m de ancho y 0.86 de altura, estas dimensiones aseguran la dotación continua del recurso hídrico a través de la ventana de captación de 0.40 m por 0.40 m; el colchón dissipador de energía de 4 m de longitud, de concreto armado de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , por último se cuenta con una escollera o protección de salida de 3.50m de largo de concreto ciclópeo  $f'c=175\text{kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M.
6. Por último, se concluye que, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, con el análisis de la demanda hídrica se obtuvo un diseño

adecuado del sistema de riego por gravedad, debido a que se contara con agua de riego, en el momento oportuno por que se obtuvo un diseño de una captación que asegura el ingreso constante de agua, en cantidad optima debido a que con el diseño del canal de conducción disminuyen la perdidas y de buena calidad por que se cuenta con el diseño de un desarenador que garantiza un agua sin sedimentos, por lo tanto, nuestra hipótesis general es aceptada, la misma que no necesita un desarrollo estadístico para ser demostrada, debido a que los métodos utilizados para determinar la demanda hídrica y también para el diseño del sistema de riego por gravedad, están ya definidos y validados por los autores de las metodologías, o reglamentos utilizados en el trabajo de investigación.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar nuevos estudios de investigación para determinar la topografía, estudios de suelos, medición y datos del terreno a irrigar para el diseño del canal secundario que fue ignorado en esta investigación debido al fenómeno de El Niño del 2017, que solo afectó y devastó el sistema de riego principal (Huacapampa). De acuerdo al análisis de demanda hídrica que determinó un nuevo caudal, las dimensiones del nuevo sistema de riego Huacapampa se han incrementado. Se deben realizar investigaciones complementarias adicionales para optimizar el recurso hídrico a través de diseños de sistemas de riego localizados y automatizados que, conjuntamente con el sistema de riego por gravedad, permitan la aplicación óptima del agua de riego a los diferentes cultivos a implantarse en el sector de Huacapampa del distrito de Chalaco de acuerdo a su periodo vegetativo para optimizar el uso del agua para obtener mejores rendimientos y mejorar la calidad de vida de los agricultores.
2. Se recomienda desazolvar los sedimentos de todo el cajón del reservorio con dimensiones de 15m de largo x 15m de ancho y espesor de pared de  $e=0.50\text{m}$  para utilizar la cantidad de agua necesaria para riego que pueda mitigar el déficit hídrico durante los meses de menor abastecimiento (septiembre con  $-101,218.921\text{ m}^3/\text{mes}$  y octubre  $-16,001.67\text{ m}^3/\text{mes}$ ). Además, se debe considerar la construcción de un nuevo embalse en un lugar adecuado y saneado fuera del cauce del arroyo para evitar daños en la infraestructura y cumplir con la normativa vigente. Las autoridades locales

o regionales implicadas en la toma de decisiones pueden tener en cuenta la propuesta del plan.

3. Se recomienda la adecuada operación de la bocatoma, el canal de conducción, el desarenador, el sistema de riego por gravedad del sector Huacapampa, y el adecuado mantenimiento de la infraestructura del sistema de riego por gravedad para aumentar su vida útil. En futuras investigaciones se debe proponer la elaboración de un manual de operación y mantenimiento del sistema de riego por gravedad del sector Huacapampa.
4. Se recomienda tomar acciones para satisfacer la demanda hídrica calculada para los cultivos implantados en el área de investigación debido al impacto del cambio climático que podría ser perjudicial para la subcuenca Los Potros, de donde se abastece el agua para riego utilizada por el comité del sistema de riego por gravedad del sector Huacapampa. Una de estas acciones incluye la reforestación de la parte alta de la subcuenca Los Potros con especies nativas que conservan y almacenan humedad en su zona radicular para incrementar la cantidad de agua, lo que hará sostenible el sistema de riego y evitará la generación de conflictos sociales.

## REFERENCIAS

1. **ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU.** *INFORME DE LA ONU SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL MUNDO.* 2021.

2. **JARAMILLO ARMIJOS, R.A.** *ANALISIS Y DISEÑO DE UN CANAL REVESTIDO DE HORMIGON SIMPLE DE LONGITUD 1200 METROS PARA RIEGO DE DOS PROPIEDADES.* UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA. MACHALA : s.n., 2015. TRABAJO DE TITULACION.

3. **MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS.** *REPORTE DE INDICADORES DE BRECHA DE INFRAESTRUCTURA O ACCESO A SERVICIOS POR SECTOR.* INVIERTE.PE. LIMA : s.n., 2023. REPORTE.

4. **JAUREGUI JAUREGUI, B.G.** *DISEÑO HIDRAULICO DE UNA BOCATOMA EN EL RIO MOYOBAMBA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION CCECCA, ISHUA Y HUAYCAHUACHO.* UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA. 2019.

5. **CÓRDOVA CARHUAPOMA, RICHARD.** *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE RIEGO DEL CASERIO DE MOSSA-DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA PROVINCIA DE MORROPÓN-PIURA.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. PIURA : s.n., 2015. TESIS PARA OBTENER TITULO.

6. **VILLANUEVA CHACON, HERMILA.** *ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA MEJORAR EL DISEÑO DE RIEGO EN LA QUEBRADA CHECRAS, COMUNIDAD DE PUÑUN, HUAURA, LIMA, 2018.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. HUAURA : s.n., 2018. TESIS PARA OBTENER TITULO.

7. **PAREDES RODRÍGUEZ, JAZMÍN.** *DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CANAL DE RIEGO HACIENDA VIEJA – CASERÍOPAMPAS DE CHEPATE - DISTRITO DE CASCAS - PROVINCIA GRAN CHIMÚ - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. TRUJILLO : s.n., 2018. TESIS PARA TENER TITULO.

8. **RAMIREZ PEÑA, MARCO ANTONIO.** *Diseño del mejoramiento del canal de riego del caserío El Rosaldistrito de Julcan, provincia de Julcan – La Libertad”.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. JULCAN- LA LIBERTAD : s.n., 2020. TESIS PARA OBTENER TITULO.

9. **CHAVEZ GONZALES, CAROL DAYANNA y CIPAGAUTA SILVA, MARIA CAMILA.** *ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR AGRÍCOLA POR MEDIO DE IMÁGENES SATELITALES, CASO DE ESTUDIO CUENCA DEL RÍO PRADO, TOLIMA.* UNIVERSIDAD SANTO TOMAS. BOGOTA D.C. : s.n., 2020. PROYECTO DE GRADO.

10. **ANGULO PIZA, GINETH CECILIA y VELÁSQUEZ FARFÁN, WILMAR ALEJANDRO.** *BALANCE HÍDRICO PARA LA FINCA FLORES CANELÓN DE GR CHÍA S.A.S. DEL CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ÉPOCA DE ESTIAJE Y AGUAS LLUVIAS EN ÉPOCA DE INVIERNO, INTEGRADO A TUBERÍAS PRESURIZADAS, CANALES ABIERTOS Y RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO.* UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. BOGOTA : s.n., 2017. TRABAJO DE GRADO.

11. **RAMIREZ PEREIRA, EDWIN HUMBERTO.** *FORMULACIÓN DE UN PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA, BASADO EN UN MODELO DE PROYECCIÓN DE DEMANDA HÍDRICA EN LA HACIENDA CABAÑA.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. PALMIRA : s.n., 2017. TRABAJO FINAL PARA OBTENER TITULO.

12. **BRANDÃO FERREIRA, YRVING.** *USO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO COMO FERRAMENTE DE GESTAO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM CANINDÉ – CE.* UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA. FORTALEZA-CE : s.n., 2017. págs. 1-93, TESIS PARA OBTENER EL TITULO.

13. **MARTINS FILHO, JOSÉ BONIFÁCIO, y otros.** *DEMANDA HÍDRICA ATUAL E FUTURA DE GRÃOS NO MUNICÍPIO DE SOBRAL-CE.* UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ . CURITIVA : s.n., 2022. ARTICULO CIENTIFICO.

14. **WANYAMA, JOSHUA y Y BWAMBALE, ERION.** *HYDRAULIC MODELING OF IRRIGATION CHANNELS TO IMPROVE FLOW CONDITIONS IN SURFACE IRRIGATION SYSTEMS.* REVISTA ISH DE INGENIERÍA HIDRÁULICA. UGANDA : s.n., 2023. ARTICULO CIENTIFICO.

15. **ARAGON, JUAN PABLO, y otros.** *ANÁLISIS TEMPORAL DEL CANAL DE RIEGO PERIBUELA Y SU INFLUENCIA EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD. ARAGÓN.* UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE. ARAGON : s.n., 2018. págs. 328-333, ARTICULO CIENTIFICO.

16. **PRIETO, ANGELLA G., y otros.** *LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA MEJORA DE SU GESTIÓN.* INTA EEA SANTIAGO DEL ESTERO. CHACO- ARGENTINA : s.n., 2017. págs. 2-23, CONFERENCIA.

17. **CISNEROS ALMAZAN, R.** *APUNTES DE RIEGO Y DRENAJE. REALIZADO POR EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE*

POSTGRADO Y AREA AGROGEODESICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ. 2003. APUNTES.

18. **DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES.** *CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO, DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES.* AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. LIMA : s.n., 2010. MANUAL.

19. **CASTELETTI, JOSE I.** *NOCIONES DE MECANICA DE SUELOS.* UNIVERSIDAD DE LOS ANDES -MERIDA. VENEZUELA : s.n., 2018. LIBRO.

20. **SUAREZ AGUDELO, E.** *AFORO DE CAUDALES.* UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC DEPARTAMENTO DE CIVIL Y AMBIENTAL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL. 2018.

21. **UCHA, FLORENCIA.** *DEFINICION DE TERRENO.* SAN PLABLO - BRAZIL : s.n., 2008. SITIO WEB.

22. **GARAY CANALES, OSCAR BALDOMERO.** *MANUAL DE USO CONSUNTIVO DEL AGUA PARA LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LOS ANDES CENTRALES PERUANOS.* Instituto Geofísico del Perú - INCAGRO. HUANCAYO : s.n., 2009. MANUAL.

23. **ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO.** *EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO, GUIA PARA LA DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LOS CULTIVOS.* F.A.O. ROMA : s.n., 1990. ESTUDIO.

24. **CHEREQUE MORAN, WENDOR.** *HIDROLOGIA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERIA CIVIL.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. LIMA : s.n., 2013. LIBRO.

25. **VARGAS GONZALES, J.G. Y ESCOBAR ABREU, N.M.** *CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA A TRAVÉS DEL MODELO CROPWAT BAJO CONDICIONES DE LOS LLANOS OCCIDENTALES VENEZOLANOS.* UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES. 2018. ARTICULO CIENTIFICO.

26. **CRUZ FERNÁNDEZ, MARCELINO.** *EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD EN UN CANAL ABIERTO MEDIANTE LAS ECUACIONES DE FACTOR DE FRICCIÓN DE DARCY - WEISBACH, CHEZY Y MANNING – AYACUCHO – 2016.* Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2016. TESIS PARA OBTENER TITULO.

27. **URRUTIA COBO, NORBERTO.** *HIDRAULICA DE CANALES.* UNIVERSIDAD DEL VALLE. CALI-COLOMBIA : s.n., 1992. pág. 73, LIBRO.

28. **VILLON BEJAR, MAXIMO G.** *HIDRAULICA DE CANALES.* INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA. s.l. : 2DA EDICION, 2008. pág. 500, LIBRO.

29. **PALOMINO OVIEDO, ALEXANDER.** *COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE FLUJOS EN CANALES DE RIEGO POR CAMBIOS DE RUGOSIDAD EN ZONAS ALTOANDINAS, CANAL DE HUAJAQUI, ANTA, CUSCO 2021.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. ANTA : s.n., 2021. pág. 68, TESIS PARA OBTENER TITULO.

30. **NASSI MIRENGHI, G. R.** *DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL*

MODELO NUMÉRICO TELEMAT – 2D. UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. 2018. TESIS PARA OBTAR TITULO.

31. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** *MANUAL DE HIDROLOGÍA HIDRÁULICA Y DRENAJE.* MTC. LIMA : s.n., 2022.

32. **IBÁÑEZ A. S, MORENO R. H Y GISBERT B. J. M.L.** *MORFOLOGÍA DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS.* UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. 2011.

33. **LÓPEZ PADILLA, L.I.** *DETERMINACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA DE QUILLALLI EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. RIOBAMBA- ECUADOR. : s.n., 2019.

34. **RUIZ ROMERA, E y Y MARTINEZ SANTOS, M.** *HIDROLOGIA APLICADA .* UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO. 2015. GUIA.

35. **RECKMANN A, OSCAR.** *DEMANDA DE AGUA POR PARTE DE LOS CULTIVOS.* INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. SAN FERNANDO : s.n., 2009. pág. 190, BOLETIN INIA .

36. **VARGAS CORDERO, Z.R.** *LA INVESTIGACION APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTIFICA.* 2009. págs. 155-165, REVISTA DE EDUCACION.

37. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y Y MENDOZA TORRES, CHRISTIAN PAULINA.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA.* MEXICO D.F. : MCGRAW HILL., 2018. LIBRO.

38. **ALVAREZ, R.A.** *CLASIFICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES.* UNIVERSIDAD DE LIMA, FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES Y ECONÓMICAS, CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES. 2020.

39. **SANCHEZ C, H.H y Y REYES, C.** *MODELO DE INFORME DE INVESTIGACIÓN APA.* UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. LIMA : s.n., 2017. INFORME DE INVESTIGACION.

40. **ESPINOZA FREIRE, E.E.** *LAS VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA. s.l. : SEGUNDA PARTE. CONRADO [ONLINE]. 2019, VOL.15, 2019. ARTICULO CIENTIFICO.

41. **TAMATO Y TAMAYO, MARIO.** *EL PROCESO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. INCLUYE EVALUACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.* MEXICO : LIMUSA NORIEGA EDITORES-CUARTA EDICION, 2012. LIBRO.

42. **SANCHEZ C, H, REYES R y C Y MEJIA S, K.** *MANUAL DE TÉRMINOS EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y HUMANÍSTICA.* UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. LIMA : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, PRIMERA EDICION., 2018.

43. **SUCASAIRE PILCO, JORGE.** *ORIENTACIONES PARA LA SELECCIÓN Y EL CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.* LIMA : s.n., 2022. ARTICULO CIENTIFICO.

44. **BAECHLE, THOMAS R., EARLE, ROGER W.** *PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA Y EL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO.* MADRID-ESPAÑA : 2ª, EDICIÓN. EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA. , 2007. LIBRO.

45. **RODRÍGUEZ PEÑUELAS, MARCO ANTONIO.** *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE PROYECTOS Y DESARROLLO DE TESIS EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ORGANIZACIONALES Y SOCIALES.* UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA. SINALOA-MEXICO : s.n., 2008. pág. 223, LIBRO.

46. **BAENA PAZ, GUILLERMINA.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* MEXICO : GRUPO EDITORIAL PATRIA, 2017. LIBRO.

47. **BENGURÍA, S., y otros.** *OBSERVACIÓN. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN ESPECIAL.* FACULTAD DE EDUCACIÓN. UNED. 2010. págs. 201-220, ARTICULO CIENTIFICO.

48. **HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO, FERNANDEZ COLLADO, CARLOS y BAPTISTA LUCIO, PILAR.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* MEXICO D.F. : SEXTA EDICION-McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. LIBRO.

49. **CASTRO TAKS, AMY.** *RECOLECCION DE DATOS:FICHAS.* Realizado con fines docentes por: U.D. de Investigación I. 2016. ARTICULO.

50. **DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS SUCURSAL PIURA.** *Piura: Síntesis de Actividad Económica-DICIEMBRE 2022.* BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU. PIURA : s.n., 2023. INFORME ECONOMICO.

51. **Instituto Internacional para la Gestión del Agua IWMI.** *DATOS Y HERRAMIENTAS DIGITALES.* INDIA : s.n., 2023. PAGINA WEB.

52. **PANTA LALOPU, C.G.** *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO TUNAN.* UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO. 2014. TESIS PARA OBTENER EL TITULO.

53. **OROSCO DE LA CRUZ, JORGE EDUARDO.** *CRITERIOS DE DISEÑO DE LA BOCATOMA “EL VADO” EN EL RÍO ARMA CON FINES DE RIEGO - PROVINCIA DE CONDESUYOS AREQUIPA.* UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. LIMA : s.n., 2015. págs. 1-214, TESIS PARA OBTENER TITULO.

54. **GONZÁLEZ IÑIGUEZ, ANDRÉS ALFONSO.** *CALCULO DEL BALANCE HIDRICO A NIVEL DEL SUELO EN LA ZONA AGRICOLA DE LA CUENCA PELIKANBAY EN LA ISLA SANTA CRUZ-GALAPAGOS, ECUADOR.* ESCUELA POLITECNICA NACIONAL. QUITO : s.n., 2013. págs. 1-226, TESIS PARA OBTENER TITULO.

55. **ANGULO PIZA, GINETH CECILIA y Y VELÁSQUEZ FARFÁN, WILMAR ALEJANDRO.** *BALANCE HÍDRICO PARA LA FINCA FLORES CANELÓN DE GR CHÍA S.A.S. DEL CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ÉPOCA DE ESTIAJE Y AGUAS LLUVIAS EN ÉPOCA DE INVIERNO, INTEGRADO A TUBERÍAS PRESURIZADAS, CANALES ABIERTOS Y RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO.* UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA. 2017. págs. 1-83, TRABAJO DE GRADO.

56. **REYES ALARCON, CLAUDIO ANDRES.** *PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE OBRAS DE RIEGO POR CANALIZACIÓN, PARA UN PREDIO UBICADO EN LA COMUNA DE SANTA CRUZ.* UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. 2008. págs. 1-136, TESIS PARA OBTENER TITULO.

57. **SANCHEZ DELGADO, MIGUEL ANGEL.** *HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS-TEORIA Y PROBLEMAS,.* UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. LIMA : REGISTRO: N° 2014-08711., 2014. LIBRO.

58. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ, C. y Y BAPTISTA, P.**  
*METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* MEXICO : (6° ED.). MÉXICO, D.F.  
MCGRAW HILL INTERAMERICANA., 2015. LIBRO.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

<b>Título: Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023</b>					
<b>Autor: Jose Rolando Caicay Diaz</b>					
<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
<b>Variable 1 Independiente: Diseño del Sistema de Riego por gravedad</b>	<b>Una red de riego (hidráulica) constituida por flujos de agua entrantes a partir de una fuente en la parte alta, flujos de agua salientes y perdidas en la parte baja, además integra la organización colectiva responsable de la administración del recurso hídrico, establecimiento de reglas de distribución y mantenimiento, resolución de conflictos que surgen alrededor de dicha administración (PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES-SIERRA,2013)</b>	<b>Las características geograficas, las características climatologicas, características agricolas, se obtendran con las fichas de recoleccion de datos, parametros hidraulicos, entre otros.</b>	<b>Características Geograficas</b>	<b>Topografía (trazo) (km)</b>	<b>Intervalo</b>
				<b>Mecanica de suelos (capacidad portante) (kg/cm2)</b>	
				<b>Aforo Volumetrico (l/seg)</b>	
			<b>Características climaticas</b>	<b>Area de terrenos (ha)</b>	<b>Intervalo/razon</b>
				<b>Evapotranspiracion Potencial Eto (mm/mes)</b>	
				<b>Temperatura (°C)</b>	
				<b>humedad relativa (%)</b>	
				<b>precipitacion efectiva (mm/año)</b>	
			<b>Determinacion del balance hidrico</b>	<b>velocidad del viento (m/s)</b>	<b>Intervalo</b>
				<b>Demanda de agua m3/dia</b>	
				<b>Oferta de agua m3/dia</b>	
			<b>Proyeccion Geometrica de diseño del canal</b>	<b>Balance Hidrico m3/dia</b>	<b>Intervalo/razon</b>
				<b>Radio hidraulico (m)</b>	
				<b>Pendiente (m/m)</b>	
				<b>area (m2)</b>	
<b>Tirante hidraulico (m)</b>					
<b>Ancho de superficial superior (m)</b>					
<b>Talud del canal (m)</b>					
<b>Fondo del canal (m)</b>					
<b>Borde libre (m)</b>					
<b>velocidad media (m/s)</b>					
<b>Eficiencia de Riego (%)</b>					
<b>Variable 2 Dependiente : Demanda hídrica</b>	<b>Es la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos; (Maria González,</b>	<b>Se determinara considerando el estudio hidrologico de la sub cuenca los Potros para realizar el diseño de la captacion mediante hojas de calculo excel.</b>	<b>Evaluacion hidrica de la sub cuenca para el diseño de captacion</b>	<b>Rugosidad (µm)</b>	<b>Intervalo</b>
				<b>Caudal de retorno (m3/seg)</b>	
				<b>El área de la sub cuenca (km2)</b>	
				<b>Longitud de la Cuenca (km)</b>	
				<b>Perimetro de la sub Cuenca (km)</b>	
				<b>Pendiente del Rio (m/m)</b>	
<b>Ancho del rio (m)</b>					

Anexo 2. Matriz de Consistencia.

Título: Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023							
Autor: Jose Rolando Caicay Diaz							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>					
¿Con la determinación de la demanda hídrica se logrará obtener un adecuado diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023?	Determinar la demanda hídrica y diseñar un sistema de riego por gravedad adecuado para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón – Piura, 2023.	Con el análisis de la demanda hídrica se obtendrá una propuesta adecuada de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco- Morropón- Piura, 2023	variable 1 Diseño del Sistema de Riego por gravedad	Características Geograficas	Topografía (trazo) (km)	Check list / ficha de resultados (Excel)	Tipo de investigación aplicada, descriptiva y transversal, porque se encarga de describir y recopilar información de la zona de estudio, para luego analizarlo en función a las normas vigentes Enfoque de investigación Cuantitativo El diseño de la investigación no experimental, debido a que, no se manipula deliberadamente la variable independiente.
					Mecanica de suelos (capacidad portante) (kg/cm2)		
					Aforo Volumetrico (l/seg)		
					Area de terrenos (ha)		
				Características climaticas	Evapotranspiracion Potencial Eto (mm/mes)	ficha de resultados (Excel)	
					Temperatura (°C)		
					humedad relativa (%)		
					precipitacion efectiva (mm/año)		
				Determinacion del balance hidrico	velocidad del viento (m/s)	Ficha de resultados (Excel)	
					Demanda de agua m3/día		
				Proyeccion Geometrica para diseño del canal	Oferta de agua m3/día	ficha de parámetros hidráulicos (Excel)	
					Balace Hidrico m3/día		
					Radio hidraulico (m)		
					Pendiente (m/m)		
area (m2)							
Tirante hidraulico (m)							
Ancho de superficial superior (m)							
Talud del canal (m)							
Fondo del canal (m)							
Borde libre (m)							
velocidad media (m/s)							
Eficiencia de Riego (%)							
Rugosidad (µm)							
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>					
¿De que manera influyen el analisis de la demanda hidrica en la obtencion de la cantidad oferta y demanda de agua para los cultivos?	Realizar el analisis de la demanda hidrica para poder definir la cantidad de agua requerida para los cultivos	La demanda hidrica interviene directamente en los diseños del sistema de riego	Variable 2 Dependiente : Demanda Hidrica	Evaluacion hidrica de la sub cuenca para el diseño de captacion	Caudal de retorno (m3/seg)	ficha de resultados (Excel)	El nivel de la investigación: Descriptivo Población: conjunto total de áreas de terreno en el sector Huacapampa en chalaco – Morropón-Piura, que requieren ser irrigadas  Muestra: subconjunto seleccionado de estas áreas de terreno dentro del sector Huacapampa en chalaco – Morropón – Piura  Muestreo: no probanilistico
					El área de la sub cuenca (km2)		
					Longitud de la sub Cuenca (km)		
					Perimetro de la sub Cuenca (km)		
					Pendiente del Rio (m/m)		
Ancho del rio (m)							

Anexo 3. instrumentos de validación de datos (Encuesta)

**ENCUESTA**

**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS Y NOMBRES: SALOMON GARCIA CORDOVA (PRESIDENTE COMITE DE REGANTES)  
 LOCALIDAD O SECTOR: HUACAPAMPA - CHALACO - MORROPÓN - PIURA.  
 IDIOMAS: ESPAÑOL  
 SEXO: (H)

**IDENTIFICACION**

¿TUS TIERRAS AGRICOLAS SON DE TENDENCIA COMUNAL O PRIVADA?

COMUNAL ( ) PRIVADA (X) 100%

¿DONDE COMERCIALIZABAS TUS PRODUCTOS?

EN TU COMUNIDAD DE ..... (X) 60%

EN TU DISTRITO DE ..... (X) 35%

OTROS (X) EN PIURA (5%)

¿CUANTAS VECES SIEMBRA AL AÑO?

UNA VEZ (X) DOS VECES ( ) TRES VECES ( )

¿SU PARCELA FUE OBTENIDA POR?

HERENCIA (X) COMPRA ( ) CONCESIÓN DE LA COMUNIDAD ( )

OTROS:.....

**INFORMACION AGROLOGICA:**

SITUACION ACTUAL DE LAS AREAS DEL CULTIVO:

¿CUAL ES LA FUENTE DE RECURSO HIDRICO QUE UTILIZA?

RIOS: ( ) NOMBRE:

LAGUNA: ( ) NOMBRE:

MANANTIALES: ( ) NOMBRE:

QUEBRADA: (X) (100%) NOMBRE: Los Pozos

¿CUANTAS HORAS Y DIAS SE BENEFICIA DEL AGUA?

HORAS: ( ) X DIA

CUANTOS DIAS AL MES: ( )

¿QUE SISTEMA DE RIEGO UTILIZA?

GOTEO: ( ) ASPERSION: ( ) GRAVEDAD: ( )

¿QUE TECNICAS DE CULTIVO APLICA UD.?

TRADICIONAL: (X) 100%

MECANIZADO:

**USO DE INSUMOS (SEMILLAS)**

CULTIVO	SEMILLAS	
	CANTIDAD (EN KG)	PRECIO SI. POR KG.
ALFALFA	—	—
CEBADA	—	—
ARVEJA (FREJOL) ✓	80	8,00
PASTOS ✓	20	7,00
MAIZ AMILACEO ✓	50	10,40
MAIZ CHOCLO	—	—
FRUTALES ✓	15	35,00
OTROS (CAÑA DE AZUCAR) ✓	12,000	4,80

**USO DE INSUMOS (FERTILIZANTES):**

SI (X) NO ( )

SI ES SI, A QUE FERTILIZANTES: MARQUE CON UNA X

TIPO DE CULTIVO	USO DE FERTILIZANTE					
	UREA	FOSFATO	CLORURO DE POTASIO	ABONO ORGANICO	ESTIERCOL	OTRO (INDIQUE)
ALFALFA	—					
CEBADA	—					
ARVEJA (FREJOL)	X					
PASTOS	X					
MAIZ AMILACEO	X					
MAIZ CHOCLO	X					
FRUTALES	X					
OTROS (CAÑA DE AZÚCAR)	X					

**PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS ACTUALES:**

**INVERSIONES DE LA PRODUCCION: (HAS.)**

RECURSOS PROPIOS: (X)

PRESTAMO BANCARIO: ( )

PRESTAMO FAMILIAR: ( )

OTROS: .....

**CULTIVO BAJO RIEGO:**

TIPO DE CULTIVO	AREA (HAS.)	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA	PRODUCCION N (KG)	PRECIO EN CHACRA	AUTOCON SUMO (%)	VENTA (%)
ALFALFA	—	—	—	—	—	—	—
CEBADA	—	—	—	—	—	—	—
ARVEJA (FREJOL)	80.52	DICIEMBRE	AGOSTO	600	\$ 2.76	50%	50%
PASTOS	110.93	ENERO	DICIEMBRE	15000	\$ 0.39	100%	0%
MAIZ AMILACEO	100.43	Febrero	Junio	7000	\$ 1.40	40%	60%
MAIZ CHOCLO	—	—	—	—	—	—	—
FRUTALES	60.53	ENERO	DICIEMBRE	8000	\$ 2.20	30%	70%
OTROS (CAÑA DE AZÚCAR)	80.52	ENERO	DICIEMBRE	5000	\$ 0.20	100%	0%

**CULTIVOS BAJO SECANO:**

TIPO DE CULTIVO	AREA (HAS.)	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA	PRODUCCION N (KG)	PRECIO EN CHACRA	AUTOCON SUMO (%)	VENTA (%)
ALFALFA	—	—	—	—	—	—	—
CEBADA	—	—	—	—	—	—	—
ARVEJA (FREJOL)	—	—	—	—	—	—	—
PASTOS	110.93	ENERO	JUNIO	15000	\$ 0.39	100%	0%
MAIZ AMILACEO	—	—	—	—	—	—	—
MAIZ CHOCLO	—	—	—	—	—	—	—
FRUTALES	60.53	ENERO	JUNIO	8000	\$ 2.20	30%	70%
OTROS (CAÑA DE AZÚCAR)	80.52	ENERO	JUNIO	5000	\$ 0.20	100%	0%

**CAMPAÑA AGRICOLA:**

CULTIVO	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA
CAMPAÑA GRANDE	DICIEMBRE	JULIO
CAMPAÑA CHICA	AGOSTO	NOVIEMBRE
CULTIVOS ROTATIVOS		

**ACTIVIDAD GANADERA**

GANADERIA: (SISTEMA)

PASTOREO:  100%

SEMI ESTABULADO: ( )

ESTABULADO: ( )

EXTENSIVO: ( )

**CRIANZA: (NUMERO DE CABEZAS)**

VACUNOS:

OVINOS:

PORCINO:

CAPRINOS: ( )

CUYES:

GALLINAS:

CABALLO:

BURROS:

**SOCIO ECONOMICO:**

¿PERTENECE A ALGUNA ORGANICACION DE BASE O COMUNAL?

RONDAS CAMPESINAS  100%

COMITÉ DE REGANTES  100%

OTROS:.....

¿DENTRO DE SU COMUNIDAD SE ENCUENTRAN?

MUY UNIDOS ( )

UNIDOS ( )

POCO UNIDOS ( )

DESUNIDOS

¿CUAL ES SU ACTIVIDAD PRINCIPAL QUE DESARROLLO EN SU COMUNIDAD?

AGRICULTOR  (70%)

COMERCIANTE  (10%)

ARTESANO

OBRERO  (10%)

OTROS:.....  (10%) (Taxista),.....

¿CUANTO INGRESO TIENE POR LAS ACTIVIDADES QUE REALIZA?

MENOS DE S/. 100.00 SOLES ( )

ENTRE S/. 100.00 Y 200.00 SOLES  20%

ENTRE S/. 200.00 Y 450.00 SOLES  60%

DE S/. 450.00 SOLES A MAS  20%

¿MENCIONAR SI ALGUNA INSTITUCION U ONG LE APOYA EN LA ASISTENCIA TECNICA?

SI ( ) NO

¿QUIEN?

TEMAS:.....

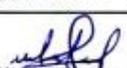
Anexo 4. Validez (Juicio de Expertos)

**HOJA DE VALIDACIÓN**

**TITULO DE INVESTIGACIÓN:**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

**APELLIDOS Y NOMBRES: CAICAY DIAZ, JOSE ROLANDO.**

<b>VALIDACIÓN E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS</b>			
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO</b>	<b>N° CIP</b>	<b>DNI</b>	<b>FIRMA</b>
EDSON GERARDO, GAONA LIVAQUE	189252	47533401	 Edson Gerardo Gaona Livaque ING. CIVIL AMBIENTAL CIP. N° 189252 
JOSE ALEXANDER , CASTRO MARTINEZ	268172	71662343	 JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ INGENIERO CIVIL AMBIENTAL REG. CIP 268172
RIMARACHIN DIAZ, MARVIL	240094	46490582	 marvil Rimarachin Diaz ING. CIVIL CIP. N° 240094 
<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS</b>			
<b>ENCUESTA</b>			
DATOS PERSONALES			
APELLIDOS Y NOMBRES:			
LOCALIDAD O SECTOR:			
IDIOMAS:			
SEXO:			

**IDENTIFICACION**

**¿TUS TIERRAS AGRICOLAS SON DE TENDENCIA COMUNAL O PRIVADA?**

COMUNAL ( ) PRIVADA ( )

**¿DONDE COMERCIALIZABAS TUS PRODUCTOS?**

EN TU COMUNIDAD DE ..... ( )

EN TU DISTRITO DE ..... ( )

OTROS ( ).....

**¿CUANTAS VECES SIEMBRA AL AÑO?**

UNA VEZ ( ) DOS VECES ( ) TRES VECES ( )

**¿SU PARCELA FUE OBTENIDA POR?**

HERENCIA ( ) COMPRA( ) CONCESIÓN DE LA COMUNIDAD ( )

OTROS:.....

**INFORMACION AGROLOGICA:**

**SITUACION ACTUAL DE LAS AREAS DEL CULTIVO:**

**¿CUAL ES LA FUENTE DE RECURSO HIDRICO QUE UTILIZA?**

RIOS: ( ) NOMBRE:

LAGUNA: ( ) NOMBRE:

MANANTIALES: ( ) NOMBRE:

QUEBRADA: ( ) NOMBRE:

  
Edson Gerardo Gajón Livaque  
ING. CIVIL AMBIENTAL  
CIP. N° 189252 

  
JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP 268172

  
Marvil Rimarachín Díaz  
ING. CIVIL  
CIP. N° 240094 

**¿CUANTAS HORAS Y DIAS SE BENEFICIA DEL AGUA?**

HORAS: (    ) X DIA

CUANTOS DIAS AL MES: (    )

¿QUE SISTEMA DE RIEGO UTILIZA?

GOTEO: (    ) ASPERSION: (    ) GRAVEDAD: (    )

¿QUE TECNICAS DE CULTIVO APLICA UD.?

TRADICIONAL:

MECANIZADO:

**USO DE INSUMOS (SEMILLAS)**

CULTIVO	SEMILLAS	
	CANTIDAD (EN KILOGRAMO)	PRECIO S/. POR KG.
ALFALFA		
CEBADA		
ARVEJA		
PASTOS		
MAIZ AMILACEO		
FRUTALES		
OTROS		

**USO DE INSUMOS (FERTILIZANTES):**

SI (    ) NO (    )

  
Edson Gerardo Gaona Livaque  
ING. CIVIL AMBIENTAL  
CIP. N° 189252 

  
JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP 268172

  
Marvil Rimarachin Diaz  
ING. CIVIL  
CIP. N° 240094 

SI ES SI, A QUE FERTILIZANTES: MARQUE CON UNA X

TIPO DE CULTIVO	USO DE FERTILIZANTE					
	UREA	FOSFATO	CLORURO DE POTASIO	ABONO ORGANICO	ESTIERCOL	OTRO (INDIQUE)
ALFALFA						
CEBADA						
ARVEJA						
PASTOS						
MAIZ AMILACEO						
FRUTALES						
OTROS						

PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS ACTUALES:

INVERSIONES DE LA PRODUCCION: (HAS.)

RECURSOS PROPIOS: ( )

PRESTAMO BANCARIO:( )

PRESTAMO FAMILIAR: ( )

OTROS:.....

CULTIVO BAJO RIEGO:

USO DE INSUMOS (SEMILLAS)

CULTIVO	SEMILLAS	
	CANTIDAD (EN KILOGRAMO)	PRECIO S/. POR KG.
ALFALFA		
CEBADA		
ARVEJA		
PASTOS		
MAIZ AMILACEO		
FRUTALES		
OTROS		

  
 Edson Gerardo Gaona Livaque  
 ING. CIVIL AMBIENTAL  
 CIP. N° 189252 

  
 JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP 268172

  
 Marvil Rima Pachin Diaz  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 240094 

**USO DE INSUMOS (FERTILIZANTES):**

SI ( ) NO ( )

SI ES SI, A QUE FERTILIZANTES: MARQUE CON UNA X

TIPO DE CULTIVO	USO DE FERTILIZANTE					
	UREA	FOSFATO	CLORURO DE POTASIO	ABONO ORGANICO	ESTIERCOL	OTRO (INDIQUE)
ALFALFA						
CEBADA						
ARVEJA						
PASTOS						
MAIZ AMILACEO						
FRUTALES						
OTROS						

**PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS ACTUALES:**

**INVERSIONES DE LA PRODUCCION: (HAS.)**

RECURSOS PROPIOS: ( )

PRESTAMO BANCARIO:( )

PRESTAMO FAMILIAR: ( )

OTROS:.....

**CULTIVO BAJO RIEGO:**

TIPO DE CULTIVO	AREA (HAS.)	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA	PRODUCCION (KG)	PRECIO EN CHACRA	AUTOCONSUMO (%)	VENTA (%)
ALFALFA							
CEBADA							
ARVEJA							
PASTOS							
MAIZ AMILACEO							
FRUTALES							
OTROS							

  
 Edison Gerardo Gaona Livaque  
 ING. CIVIL AMBIENTAL  
 CIP. N° 169252 

  
 JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP 268172

  
 Marvil Rinarachin Diaz  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 240094 

**CULTIVOS BAJO SECANO:**

TIPO DE CULTIVO	AREA (HAS.)	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA	PRODUCCION (KG)	PRECIO EN CHACRA	AUTOCONSUMO (%)	VENTA (%)
ALFALFA							
CEBADA							
ARVEJA							
PASTOS							
MAIZ AMILACEO							
FRUTALES							
OTROS							

**CAMPAÑA AGRICOLA:**

CULTIVO	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA
CAMPAÑA GRANDE		
CAMPAÑA CHICA		
CULTIVOS ROTATIVOS		

**ACTIVIDAD GANADERA****GANADERIA: (SISTEMA)**

PASTOREO: ( )

SEMI ESTABULADO: ( )

ESTABULADO: ( )

EXTENSIVO: ( )

**CRIANZA: (NUMERO DE CABEZAS)**

VACUNOS: ( )

  
 Edson Gerardo Gaona Livaque  
 ING. CIVIL AMBIENTAL  
 CIP. N° 409250 

  
 JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ  
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
 REG. CIP 268172

  
 Marvil Rincón Díaz  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 240094 

OVINOS: ( )

PORCINO: ( )

CAPRINOS: ( )

CUYES: ( )

GALLINAS: ( )

CABALLO: ( )

BURROS: ( )

**SOCIO ECONOMICO:**

**¿PERTENECE A ALGUNA ORGANICACION DE BASE O COMUNAL?**

RONDAS CAMPESINAS

COMITÉ DE REGANTES

OTROS:.....

**¿DENTRO DE SU COMUNIDAD SE ENCUENTRAN?**

MUY UNIDOS ( )

UNIDOS ( )

POCO UNIDOS( )

DESUNIDOS ( )

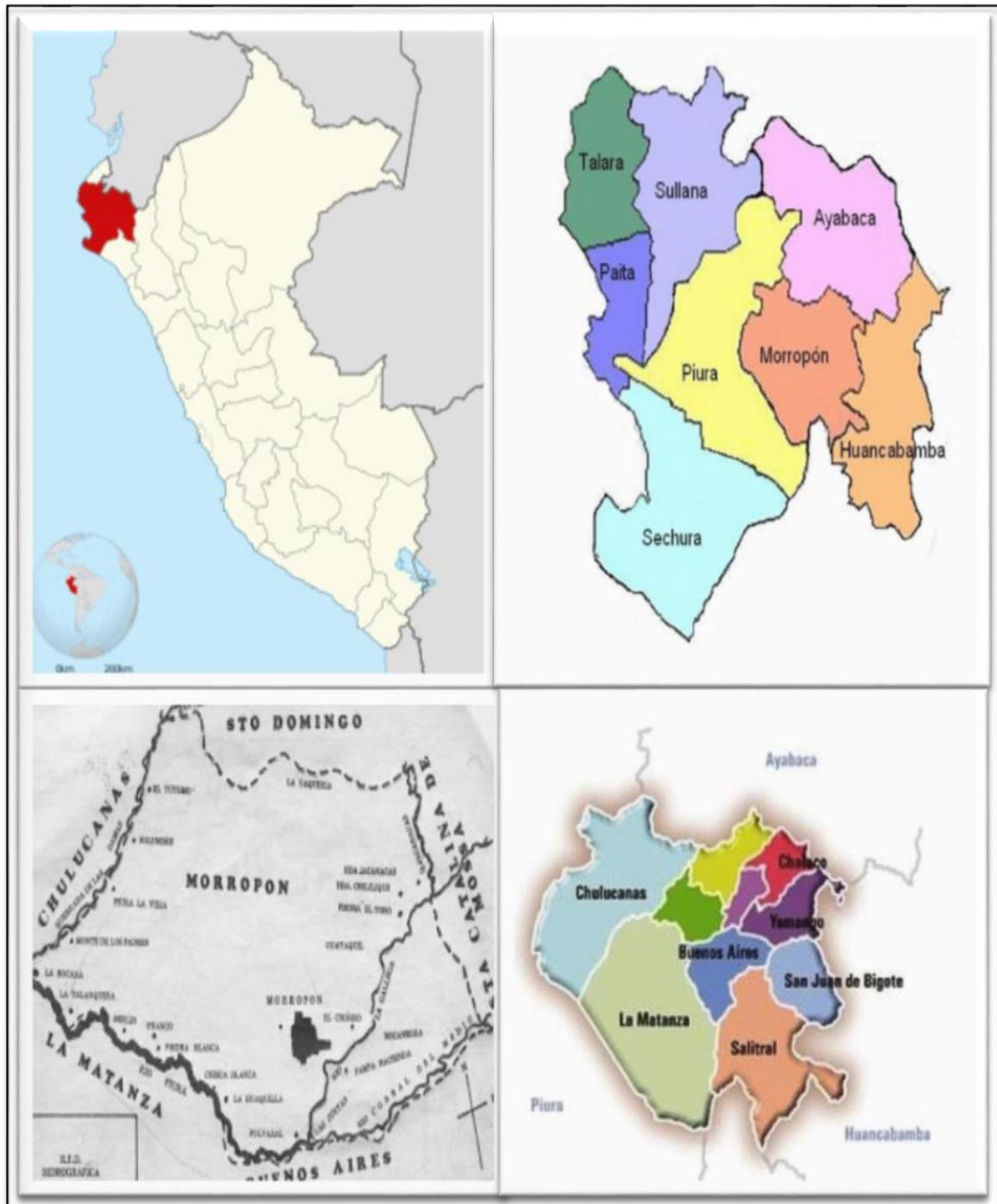
  
Edson Gerardo Cañas Livaque  
ING. CIVIL AMBIENTAL  
CIP/N° 189257 

  
JOSE ALEXANDER CASTRO MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL  
REG. CIP 268172

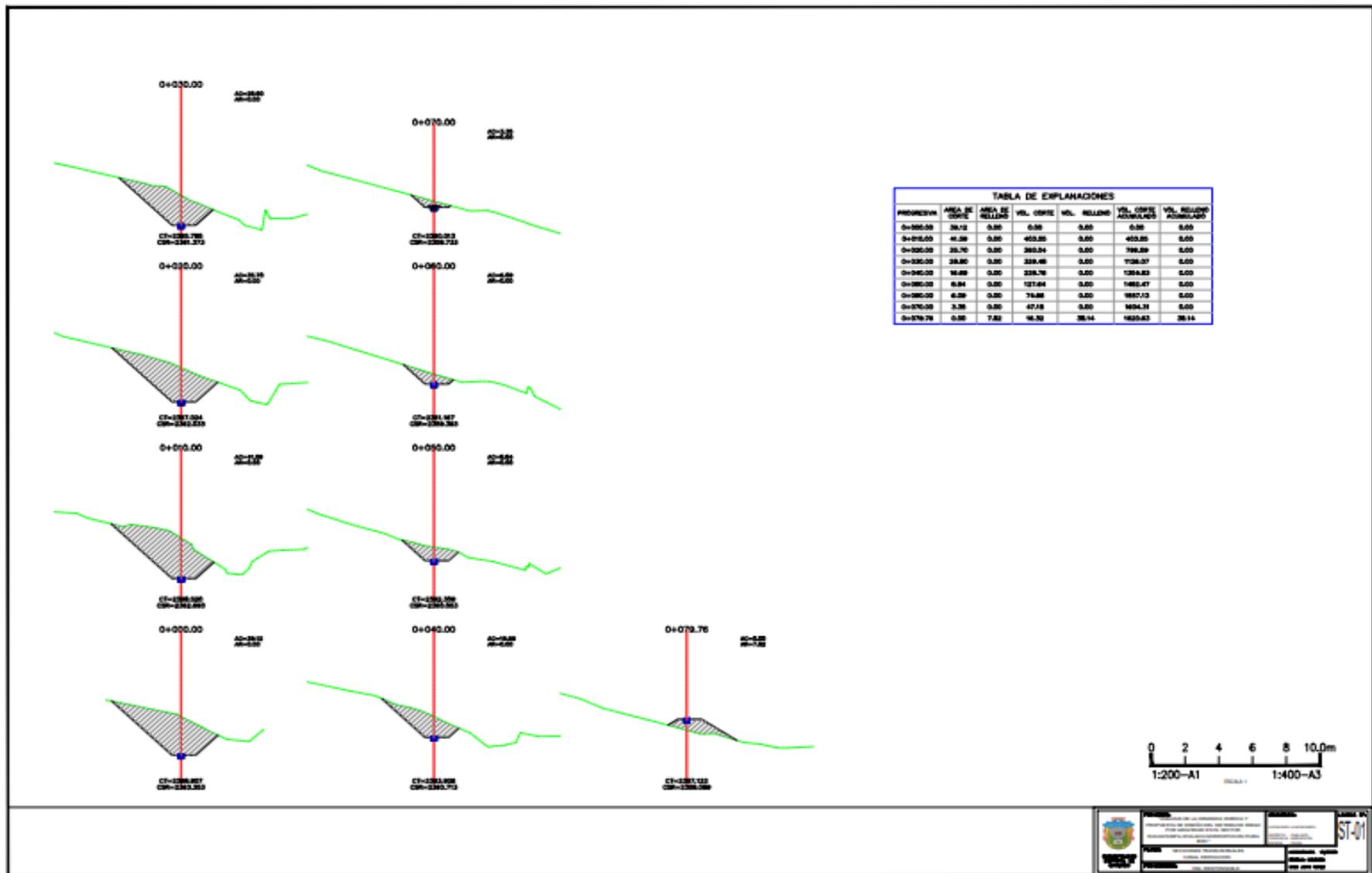
  
Marvil Rimacachín Díaz  
ING. CIVIL  
CIP. N° 240094 

## Anexo 5. mapas y planos

### 5.1 Mapas:



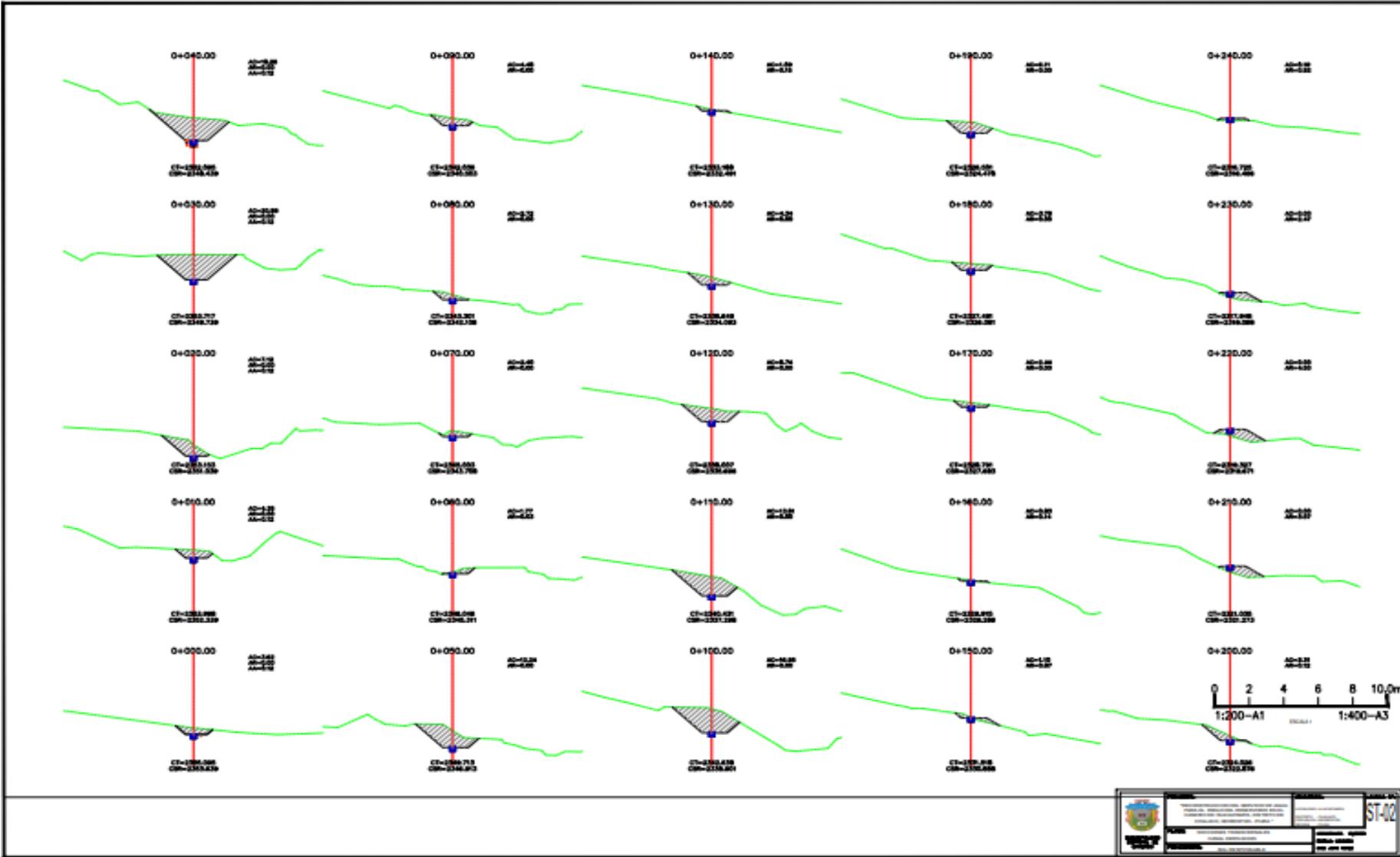


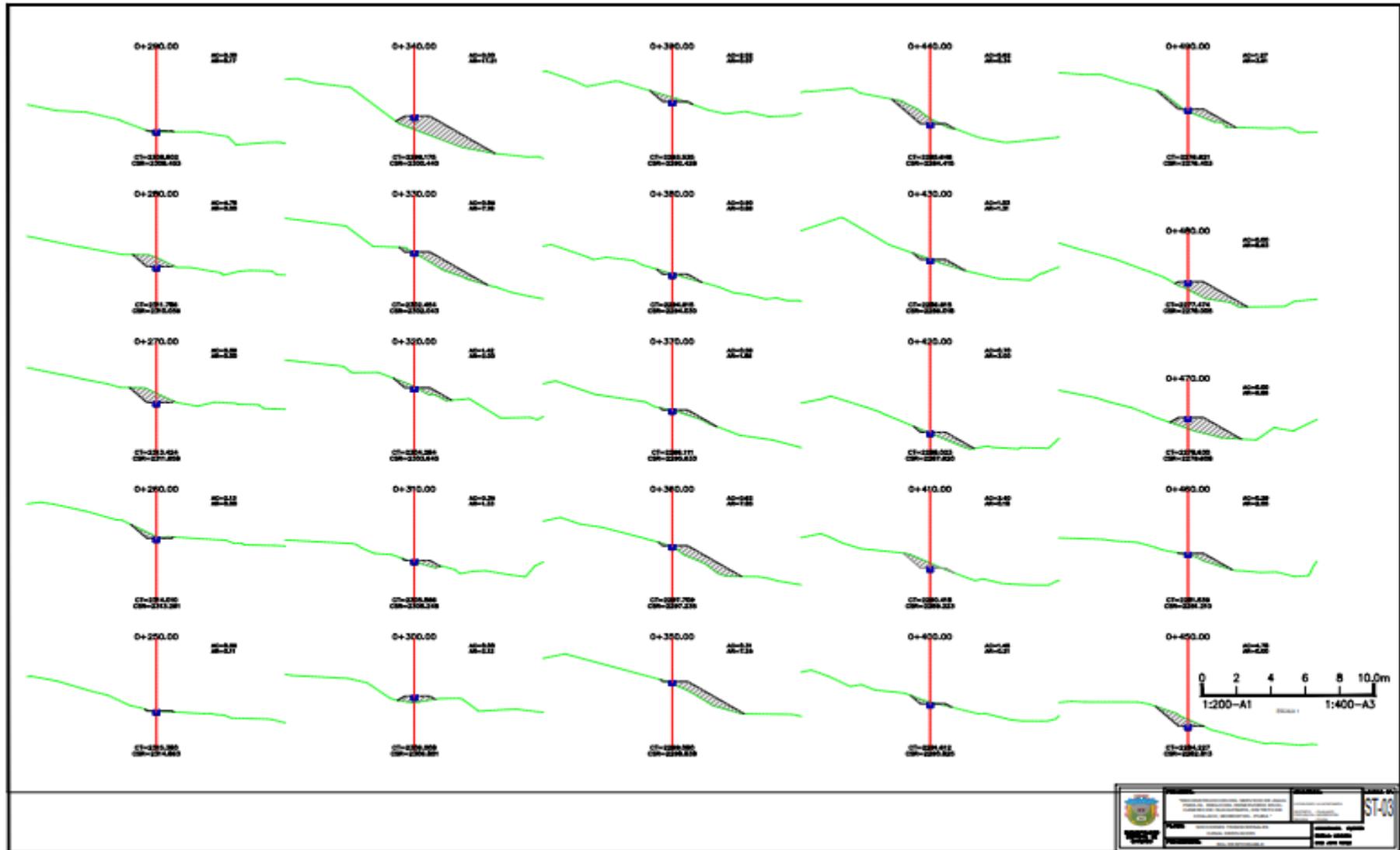


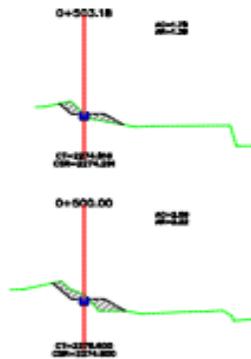
**TABLA DE EXPLANACIONES**

PROYECCION	AREA DE CORTE	AREA DE RELLENO	VOL. CORTE	VOL. RELLENO	VOL. CORTE ADJUSTADO	VOL. RELLENO ADJUSTADO
0+000.00	39.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	41.38	0.00	400.00	0.00	400.00	0.00
0+020.00	28.70	0.00	280.04	0.00	199.09	0.00
0+030.00	28.80	0.00	289.46	0.00	128.07	0.00
0+040.00	16.89	0.00	228.76	0.00	128.83	0.00
0+050.00	6.84	0.00	127.64	0.00	148.47	0.00
0+060.00	6.08	0.00	74.88	0.00	180.73	0.00
0+070.00	3.38	0.00	47.18	0.00	184.31	0.00
0+079.78	0.00	7.82	16.52	26.14	180.83	26.14







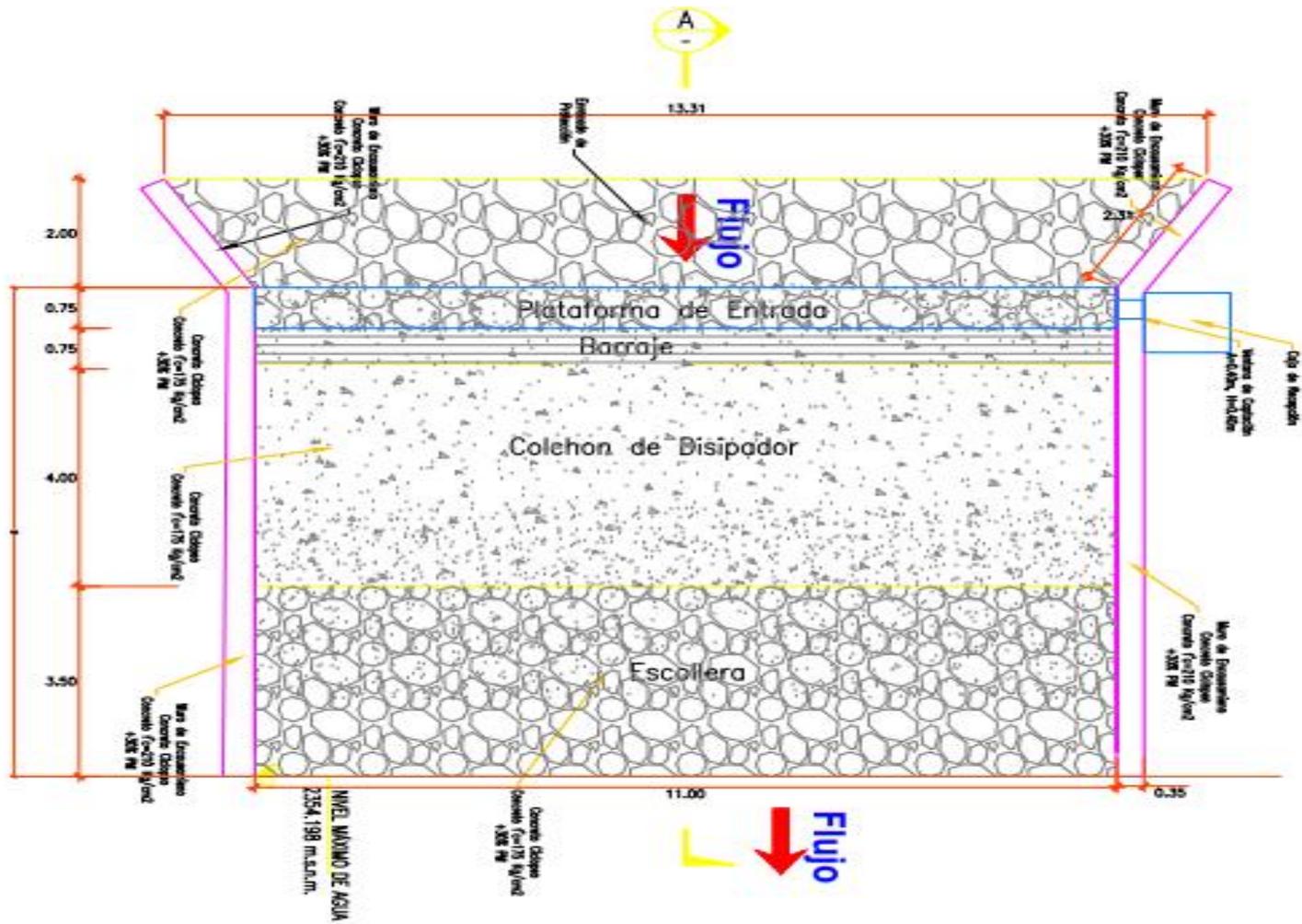


**TABLA DE EXPLICACIONES**

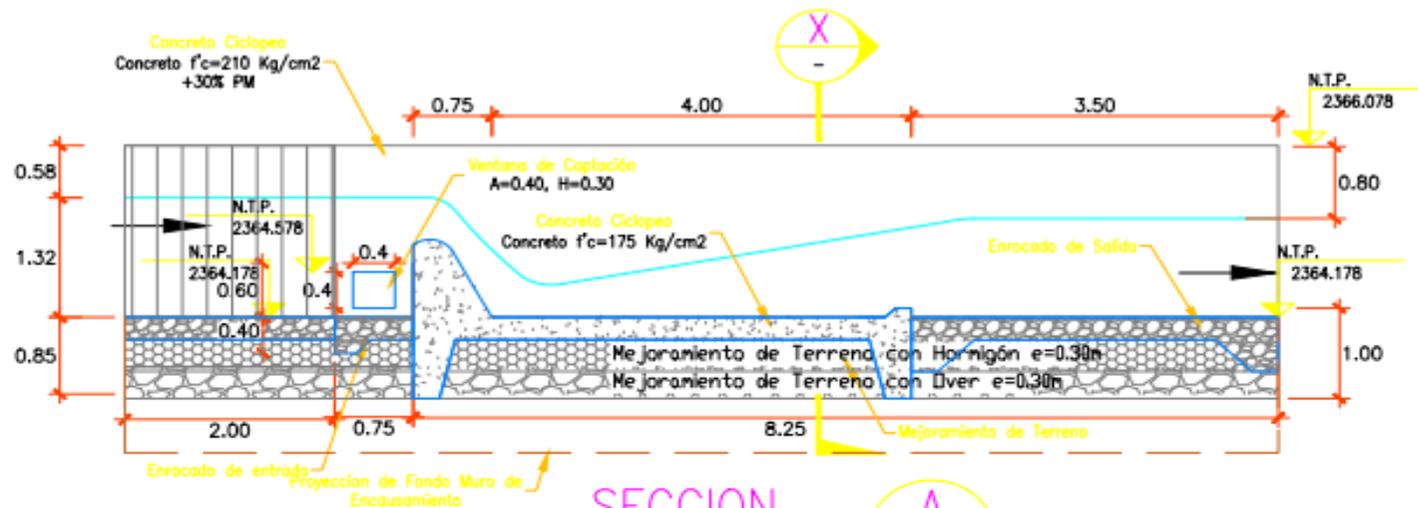
PROGRESIVA	MEA. DE CORTE	MEA. DE RELLENO	VOL. CORTE	VOL. RELLENO	VOL. CORTE ADICIONALES	VOL. RELLENO ADICIONALES
0+500.00	5.82	0.00	5.82	0.00	0.00	0.00
0+510.00	4.35	0.00	43.08	0.00	43.08	0.00
0+520.00	7.12	0.00	49.84	0.00	106.70	0.00
0+530.00	20.08	0.00	180.12	0.00	208.82	0.00
0+540.00	18.38	0.00	210.81	0.00	481.73	0.00
0+550.00	13.29	0.00	161.11	0.00	428.84	0.00
0+560.00	1.77	0.00	70.03	0.18	488.87	0.18
0+570.00	3.40	0.00	30.83	0.18	718.70	0.27
0+580.00	3.70	0.00	38.85	0.00	748.28	0.27
0+590.00	4.48	0.00	39.79	0.00	788.04	0.27
0+600.00	18.80	0.00	107.80	0.00	895.84	0.27
0+610.00	13.30	0.00	103.78	0.00	1040.62	0.27
0+620.00	8.74	0.00	112.70	0.00	1153.37	0.27
0+630.00	4.34	0.00	46.40	0.00	1200.77	0.27
0+640.00	1.09	0.15	27.13	0.73	1247.90	1.00
0+650.00	1.70	0.87	15.84	0.38	1263.84	0.39
0+660.00	0.83	0.14	8.86	0.07	1288.33	11.17
0+670.00	3.44	0.00	16.38	0.75	1284.88	11.88
0+680.00	3.78	0.00	21.09	0.00	1278.97	11.88
0+690.00	0.31	0.00	48.48	0.00	1280.48	11.88
0+700.00	3.20	0.12	47.13	0.21	1473.69	15.47
0+710.00	0.00	2.87	18.00	18.48	1428.15	20.82
0+720.00	0.00	4.00	0.00	40.32	1428.15	71.24
0+730.00	0.00	2.47	0.00	24.82	1428.15	106.86
0+740.00	0.19	0.02	0.84	14.44	1430.15	105.80
0+750.00	0.08	0.11	3.76	3.71	1433.86	123.61
0+760.00	2.13	0.00	13.48	0.00	1447.35	128.78
0+770.00	0.08	0.00	38.84	0.00	1486.98	128.78
0+780.00	4.70	0.00	21.72	0.00	1527.70	128.78
0+790.00	0.30	0.17	28.13	0.28	1522.83	128.01
0+800.00	0.00	2.12	1.48	71.47	1524.47	128.48
0+810.00	0.34	1.33	1.72	77.28	1586.12	163.73
0+820.00	1.42	2.00	8.86	18.21	1674.68	171.78
0+830.00	0.84	1.18	11.14	48.78	1688.00	225.63
0+840.00	0.00	17.21	4.23	98.80	1688.00	226.35
0+850.00	0.31	1.24	1.86	101.62	1691.62	448.86
0+860.00	0.62	1.86	4.63	70.43	1698.24	598.89
0+870.00	0.08	1.08	0.89	47.83	1692.13	595.32
0+880.00	0.05	0.88	1.31	12.28	1678.44	576.41
0+890.00	2.02	0.07	17.15	4.04	1628.08	580.00
0+900.00	1.40	0.21	18.88	1.28	1618.27	581.44
0+910.00	3.40	0.18	24.23	1.88	1670.00	583.39
0+920.00	0.70	2.00	20.47	18.83	1685.97	588.32
0+930.00	1.03	1.31	6.88	21.88	1688.88	620.38
0+940.00	0.60	0.34	23.24	8.27	1723.83	628.18
0+950.00	4.78	0.00	50.09	1.71	1784.86	628.89
0+960.00	0.39	2.75	25.10	13.15	1808.99	645.89
0+970.00	0.05	0.88	1.42	70.43	1811.38	714.42
0+980.00	0.00	0.60	0.00	150.41	1811.38	820.63
0+990.00	1.07	3.61	0.44	61.28	1817.62	881.32
0+000.00	2.09	2.22	20.10	20.18	1808.02	898.00
0+001.78	1.78	1.39	0.86	0.73	1848.48	912.23

1948.48

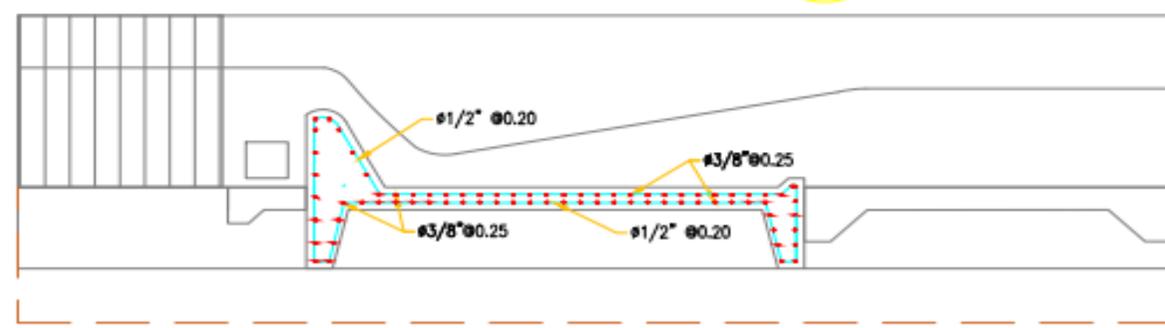




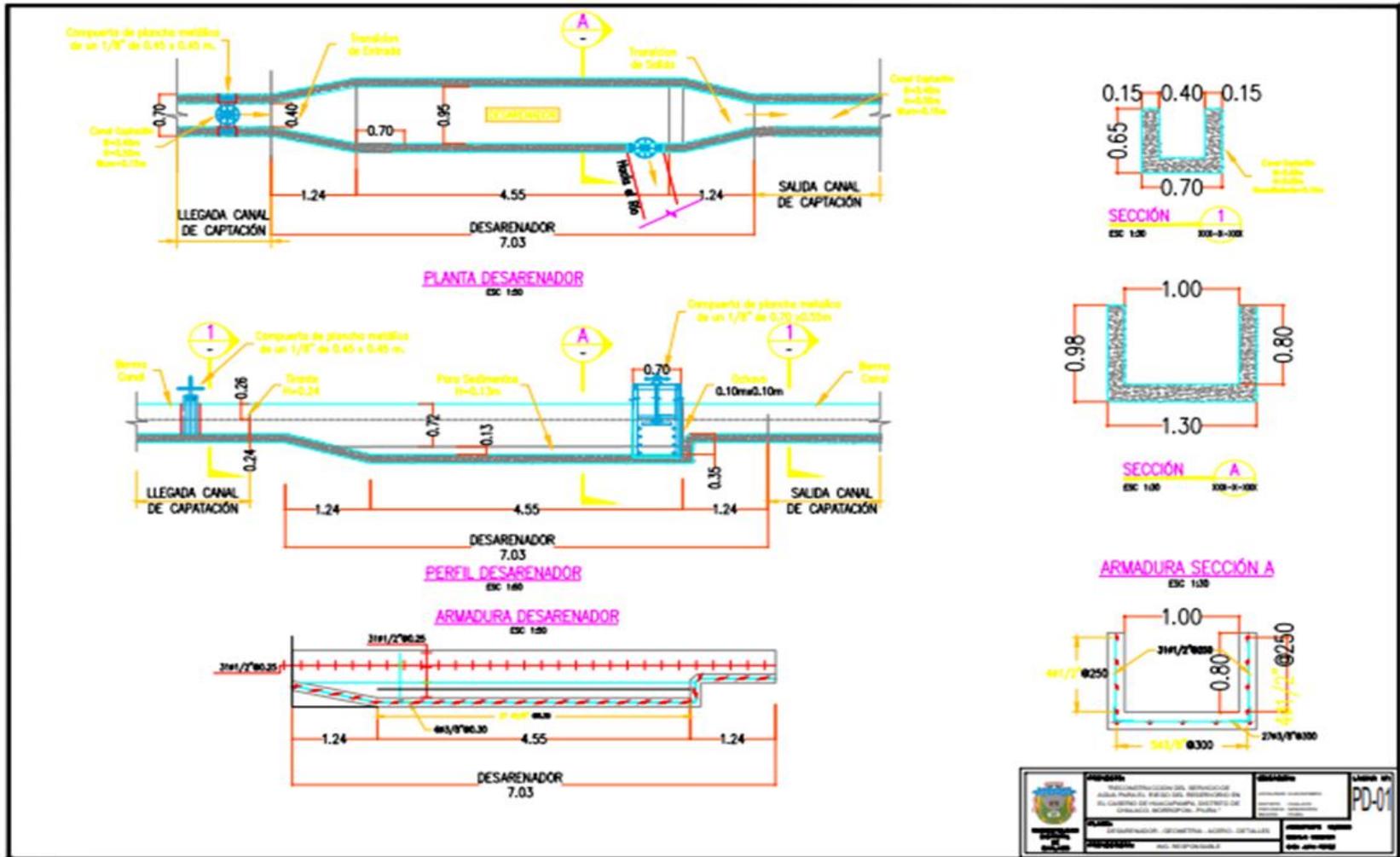
**PLANTA CAPTACIÓN**  
1:75

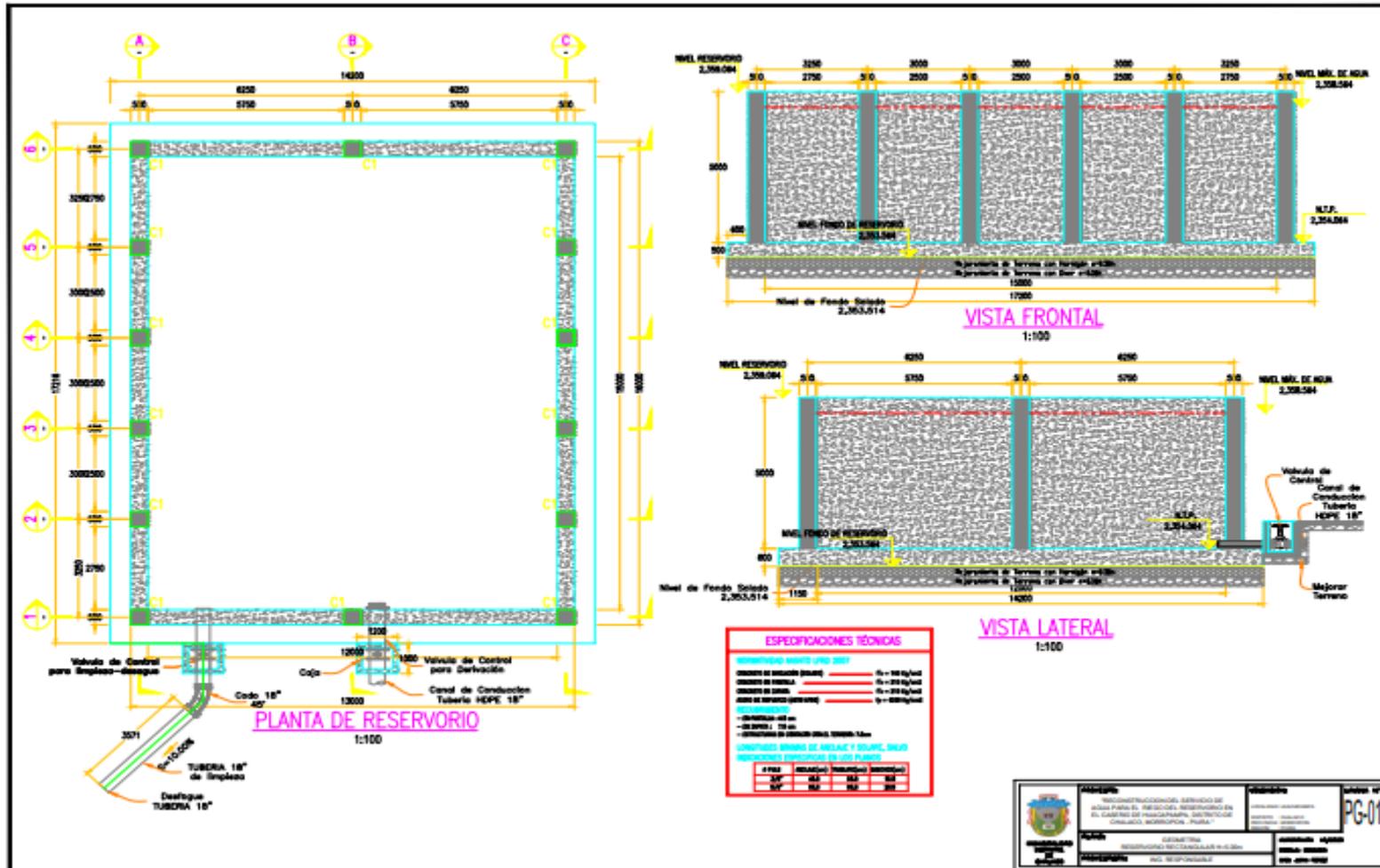


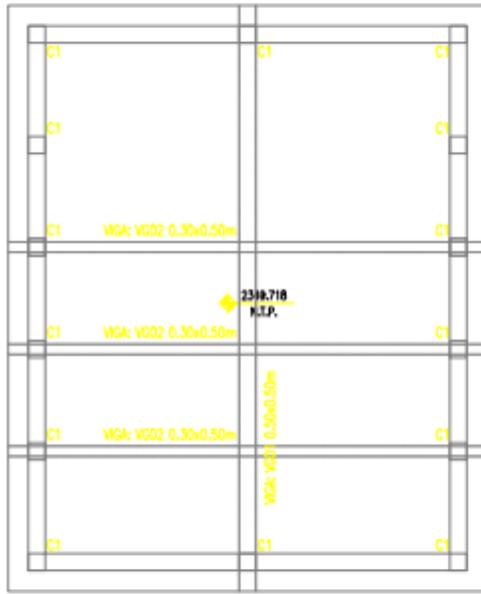
**SECCION A**  
 1:75  
 XXX-X-XXX



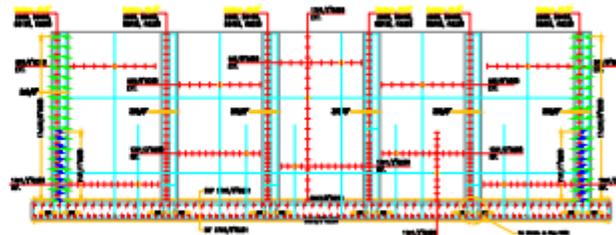
**ARMADURA DE BARRAJE Y DISIPADOR**  
 1:75



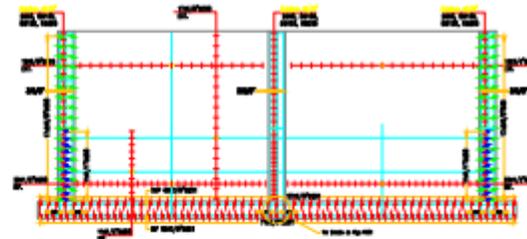




PLANTA DE RESERVORIO  
1:100



SECCION A  
1:100



SECCION B  
1:100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**REQUISITOS ACORDA ADO 2007**

ARMADO DE MURADA EXTERNA	Φ = 14 Esp/100
ARMADO DE MURADA INTERNA	Φ = 14 Esp/100
ARMADO DE CIMENTACIÓN	Φ = 14 Esp/100
ARMADO DE VIGAS Y COLUMNAS	Φ = 14 Esp/100

**RECOMENDACIONES**

- Usar concreto con  $f_c = 25 \text{ MPa}$
- Usar acero con  $f_y = 420 \text{ MPa}$
- Distribución de barras en la zona de juntas

**CONEXIONES: PUNOS DE AGUAS Y SOLAPES, BARRAS**

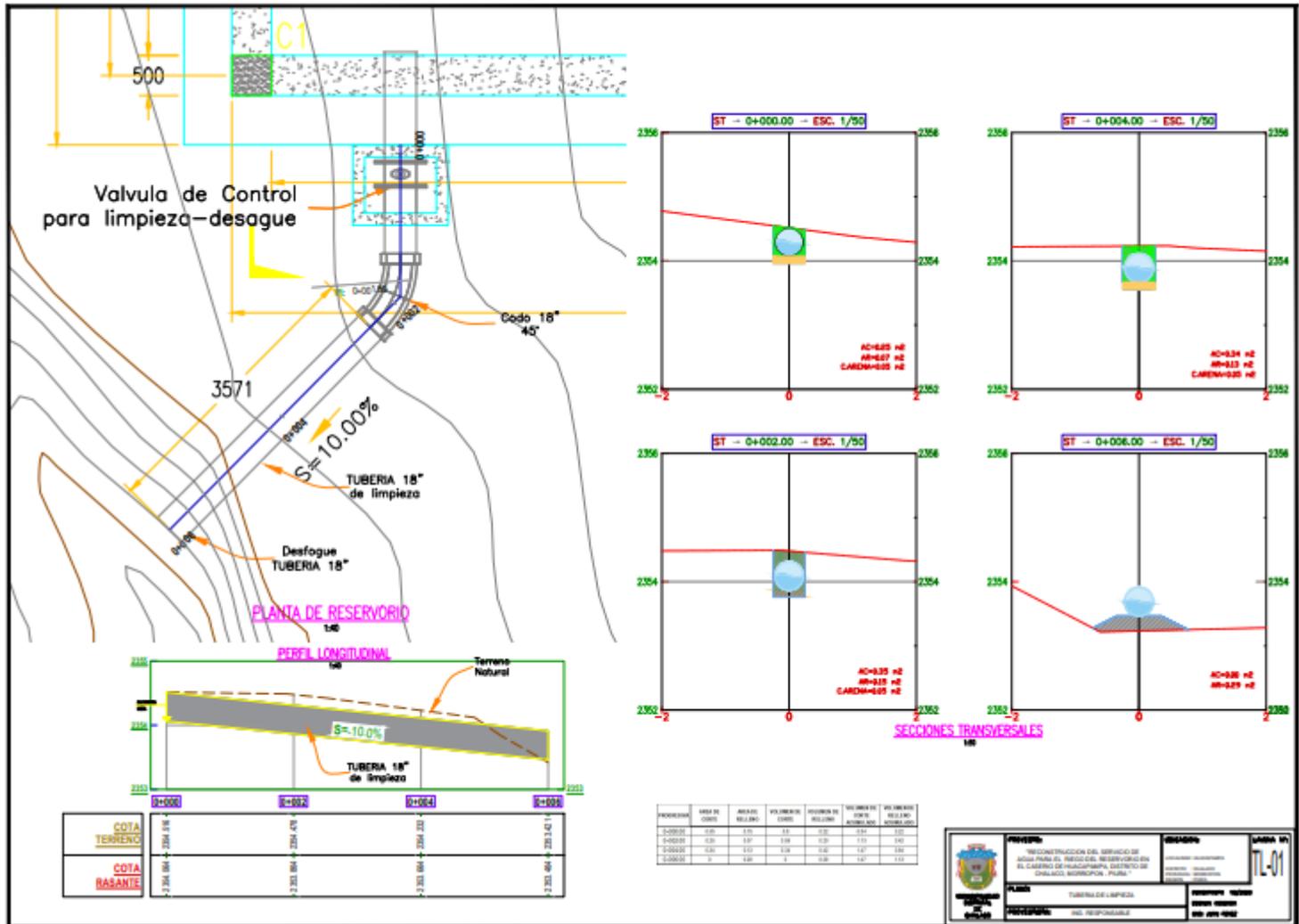
**REQUISITOS ESPECIFICOS DE LOS PLANOS**

Á PARED	ARMADO	REINFORZADO	REINFORZADO
ESPESOR	150	150	150
ARMADO	Φ 14	Φ 14	Φ 14

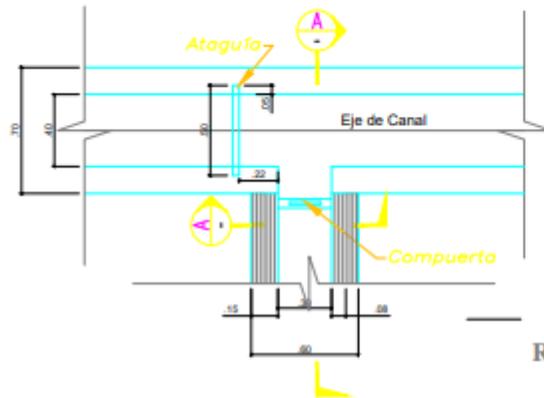
	<b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL REAJUSTE DEL RESERVORIO EN EL CANTÓN DE MACHUPUNO, DISTRITO DE CHULUCANAS, DEPARTAMENTO DE PIURA	<b>CLIENTE:</b> MUNICIPALIDAD LOCAL DEL CANTÓN DE MACHUPUNO, DISTRITO DE CHULUCANAS, DEPARTAMENTO DE PIURA	<b>FECHA:</b> 2023
	<b>PLANO:</b> RECONSTRUCCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL REAJUSTE DEL RESERVORIO EN EL CANTÓN DE MACHUPUNO, DISTRITO DE CHULUCANAS, DEPARTAMENTO DE PIURA	<b>PROYECTANTE:</b> INGENIERO CIVIL	<b>PROYECTADO POR:</b> INGENIERO CIVIL



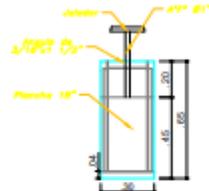




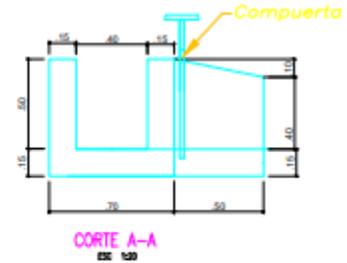
**TOMA LATERAL**  
ESC 1:20



**SECCIÓN TÍPICA**  
ESC 1:10



**TOMA TIPO TARJETA**  
ESC 1:20

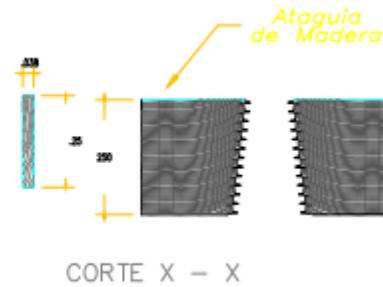
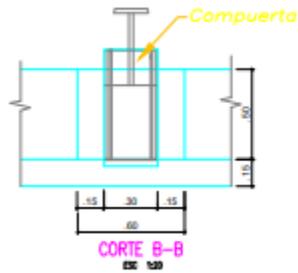
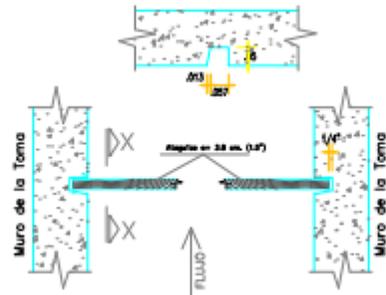


- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
- CANAL Y TOMA LATERAL  
Concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES**  
CEMENTO : Portland tipo I  
AGUA : Potable  
ARENA : De primera calidad  
PIEDRA : Chancada  $\phi 1/2''$
- REVOQUES Y ENLUCIDOS**  
- Mezcla C:A=1:4, e=2.0cm.

**RANURA PARA ATAGUIAS**

ESC: 1/12.5

**DETALLE 1**



	<b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA EL MUNICIPIO RESERVACION EN EL CANTÓN DE PUNO, DISTRITO DE CHILAC, RESERVACION, PUNO	<b>VELOCIDAD:</b> 0.0000000000 0.0000000000 0.0000000000	<b>LÍNEA Nº:</b> PD-01
	<b>TÍTULO:</b> TOMA LATERAL	<b>PROYECTISTA:</b> ING. RESPONSABLE	

## Anexo 6. Panel fotográfico



Foto N° 01: Realización del levantamiento topografico para la investigación.



Foto N° 02: Se visualiza el reservorio totalmente colmatado.



Foto N° 03: Calicatas realizadas para la investigación.



Foto N° 04: Realizando el Aforo con el método volumétrico.



Foto N° 05: Reunión con el comité de regantes del sistema de riego  
Huacapampa

Anexo 7. Solicitud y autorización por la empresa y/o entidad pública.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

\*Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia\*

Chiclayo, 22 de Setiembre del 2021

**SOLICITA: Información sobre el proyecto referido.**

**Señor (a):**  
ING. ORLANDO VELASQUEZ CALLE.  
Alcalde- Municipalidad Distrital de Chalaco

Presente.-

De mi consideración: Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Cesar Vallejo y desearle todo tipo de éxitos en su gestión al frente de su representada.

La carrera de Ingeniería Civil ha previsto en su plan de estudios, el desarrollo y ejecución del proyecto de investigación en busca de soluciones en la región, el cual se ejecutará en el transcurso del presente año académico.

Por esta razón, es de nuestro interés solicitarle responder para dejar constancia que el proyecto de investigación "PROPUESTA OPTIMA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA IRRIGAR LA DEMANDA DEL SECTOR HUACAPAMPA, EN EL DISTRITO DE CHALACO, PROVINCIA DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO DE PIURA", no se esté o ha desarrollado y/o ejecutado dentro del ámbito de la jurisdicción que representa, y que en esta oportunidad es planteado por el bachiller de nuestra casa de estudios **CAICAY DIAZ JOSE ROLANDO**, identificado con DNI N° 45330184, para contribuir con el desarrollo de su investigación con el que obtendrán el título de Ingeniero Civil.

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos a usted reiterando nuestro afán por trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Así mismo, si considera que los resultados de la presente investigación son de uso y aplicación para la comunidad que representa, la UCV está dispuesta a contribuir con el desarrollo social de la misma.

Atentamente,



*[Handwritten signature]*  
MUNICIPALIDAD DE CHALACO  
ING. Orlando Velásquez Calle  
ALCALDE

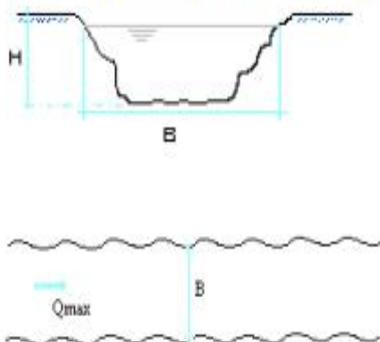
**Mgtr. Robert Edinson Suclupe Sandoval**  
Coordinador de EP de Ingeniería Civil  
UCV Fillal Chiclayo

## Anexo 8. Hoja de cálculos

<b>DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE</b>	
"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."	
FECHA: Noviembre del 2023	

### 1) DISEÑO DEL BARRAJE TIPO CREAGER

#### 1.1) ESTIMACIÓN DEL ANCHO DE ENCAUZAMIENTO



#### DATOS:

Según el estudio hidrológico

Qmin	=	0.10 m <sup>3</sup> /s
Qmax	=	10.00 m <sup>3</sup> /s
Qmedio	=	1.89 m <sup>3</sup> /s
Pendiente del río: S <sub>R</sub>	=	0.012
Ancho del río: B	=	10.00 m
Caudal de diseño Q <sub>0</sub> (a captar)	=	0.1500 m <sup>3</sup> /s

Por lo tanto:

Qmax	=	10.00 m <sup>3</sup> /s
Ancho del barraje: B	=	11.00 m

a) Fórmula de Blench:

$$B1 = 1.81 \sqrt{\frac{Q_{max} \cdot f_b}{f_s}}$$

Donde: Los factores de estabilidad del río están en función a las características de la orilla y del fondo.

Factor de orilla: F <sub>s</sub>	=	0.20	Material medianamente cohesivo
Factor de fondo: F <sub>b</sub>	=	1.20	Material de fondo grueso (D <sub>m</sub> > 0.5mm)

$$B1 = 14.02 \text{ m}$$

b) Fórmula de Altunin:

$$B2 = a \frac{\sqrt{Q_{max}}}{\sqrt[5]{S}}$$

Donde: Factor de orilla: a = 1.20

$$B2 = 9.19 \text{ m}$$

c) Fórmula de Petit:  $B3 = 2.45 \sqrt{Q_{max}}$

$$B3 = 7.75 \text{ m}$$

El promedio de B1, B2 y B3 puede considerarse el ancho de encauzamiento:

$$\bar{B} = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{3}$$

$$B = 10.32 \text{ m}$$

El ancho del río calculado para una sección estable es mayor al ancho del río dado como dato, esto quiere decir que se tendrá que excavar para ensanchar el río hasta que tenga un ancho:

$$\Rightarrow \boxed{B = 11.00 \text{ m}}$$

## DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

### 1.2) CÁLCULO DEL TIRANTE NORMAL

Se calcula mediante la fórmula de Manning:

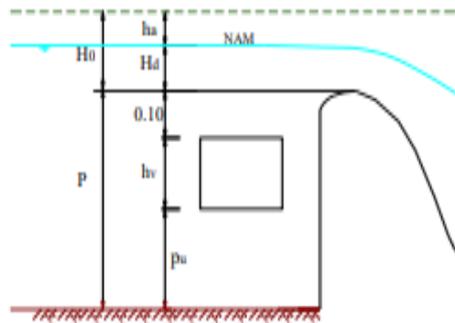
$$Q = \frac{A.R.S^{1/2}.R^{2/3}}{n} \quad R = \frac{B.y_n}{B+2.y_n} \quad A = B.y_n$$

Donde: Q : Caudal máximo del río Q = 10.00 m<sup>3</sup>/s  
n : Coeficiente de Manning n = 0.025  
A : Área de la sección de la sección transversal del río  
R : Radio hidráulico  
S : Pendiente del río S = 0.012  
P : Perímetro mojado  
Yn : Tirante normal del río

Simplificando términos tenemos:  $Q = \frac{1}{n} (B.y_n) \left( \frac{B.y_n}{B+2.y_n} \right)^{2/3} S^{1/2}$

Por tanteos tenemos:  $\Rightarrow$  **y<sub>n</sub> = 0.800 m**

### 1.3) ALTURA DEL BARRAJE



Donde:

pu = Altura del umbral del verdedero de captación  
hv = Altura de la ventana de captación.

Asumimos : **pu = 0.30 m**  
**hv = 0.40 m**

Altura del Barraje : **P = pu + hv 0.10**

$\Rightarrow$  **P = 0.80 m**

## DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

### 1.4) CARGA SOBRE EL BARRAJE:

$$H_d = \left( \frac{Q_{\max}}{C+B} \right)^{2/3}$$

Donde:

Q: Caudal máximo del río (Max.Avenida)

$$Q = 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

C: Coeficiente del vertedero según la forma de la cresta (Perfil Creager)

$$C = 2.10$$

Hd: Altura de carga hidráulica o tirante de agua sobre la cresta del vertedero (m)

v: Velocidad de acercamiento del río. En este caso:

$$v = 1.31 \text{ m/s}$$

B: Ancho del río

$$B = 11.00 \text{ m}$$

g: Gravedad

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Reemplazando valores se tiene:

$$\Rightarrow \boxed{H_d = h = 0.572 \text{ m}}$$

Cálculo de la velocidad de agua sobre la cresta del azud.

$$Q = A.V \Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{10.00}{6.29}$$
$$\Rightarrow \boxed{V = 1.59 \text{ m/s}}$$

### 1.5) CÁLCULO DE LA CARGA ENERGÉTICA (he)

$$he = h + V^2/2g$$
$$\Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} V^2/2g = 0.13 \text{ m} \\ he = 0.70 \text{ m} \end{array}}$$

### 1.6) CRESTA DEL BARRAJE

$$X^n = k \cdot H_0^{n-1} \cdot Y$$

Donde: X e Y : coordenadas del perfil de la cresta con origen en el punto más alto de la cresta

H<sub>0</sub> : altitud de diseño excluyendo la altura de la velocidad del flujo.

k y n : parámetros dependientes de la pendiente de la cara aguas arriba.

(Pendiente: Vertical ==> K = 2 y n = 1.85)

$$k = 2.00$$

$$n = 1.85$$

Conocemos:

$$H_0 = 0.57 \text{ m}$$

$$H_A = \frac{H_D}{0.89} \Rightarrow \boxed{H_A = 0.643 \text{ m}}$$
$$d = 0.11 H_A \Rightarrow \boxed{d = 0.071 \text{ m}}$$
$$l_1 = 0.175 H_D \Rightarrow \boxed{l_1 = 0.100 \text{ m}}$$
$$l_2 = 0.282 H_D \Rightarrow \boxed{l_2 = 0.161 \text{ m}}$$
$$R_1 = 0.2 H_D \Rightarrow \boxed{R_1 = 0.114 \text{ m}}$$
$$R_2 = 0.5 H_D \Rightarrow \boxed{R_2 = 0.286 \text{ m}}$$
$$R = 0.5 H_D \Rightarrow \boxed{R = 0.286 \text{ m}}$$

Ecuación del perfil Creager:

$$X^{1.85} = 2H_0^{0.85}Y \Rightarrow \boxed{Y = 0.804 X^{1.85}}$$

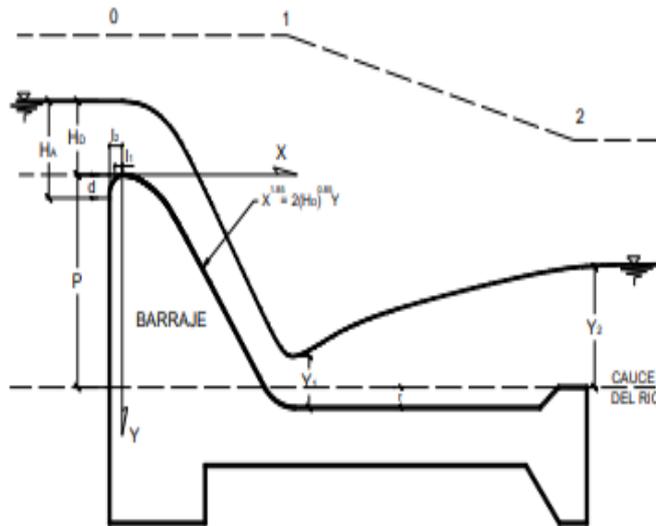
**DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco - Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

Tabulando:

<b>X</b>	0.00	0.10	0.20	0.35	0.50	0.65	0.80	1.00	1.20	1.40	1.45
<b>Y</b>	0.000	0.011	0.041	0.115	0.223	0.362	0.532	0.804	1.126	1.497	1.598



**1.7) LONGITUD DEL BARRAJE**

Tomamos:  $X_t = 0.35 \Rightarrow Y_t = 0.12$   
 $r = 0.10$

Longitud del Barraje  $L_B = l_2 + X_t + 2r$

Tomamos:  $L_B = 0.71 \text{ m}$   
 $L_B = 0.75 \text{ m}$

**1.8) DISEÑO DEL RESALTO O COLCHÓN AMORTIGUADOR**

Para determinar el tirante conjugado  $Y_1$  se aplicará la ecuación de la conservación de energía entre los puntos 0 y 1

$$E_0 = r + P + H_D + \frac{V_0^2}{2g} \quad E_0 = E_1$$

$$E_1 = Y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

En el pozo de disipación de energía aplicando la Ley de conservación de la Energía, se asume:

- La profundidad de la poza
- El tirante  $Y_1$  (al comienzo del resalto)

Hasta que:  $r$  asumido =  $r$  calculado

$Y_1$  asumido =  $Y_1$  calculado

$r$ asum	$Y_1$ asum	$V^2/2g$	$V_1$	$Y_1$ calc.	$E_1$	$r$ calc.
0.3	0.20	1.60	5.60	0.16	1.76	0.26

**DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

Fórmula Tirante Conjugado Y2:

$$Y_2 = -\frac{Y_1}{2} + \sqrt{\frac{Y_1}{2} + 2 * V_1^2 * \frac{Y_1}{g}}$$

Donde:

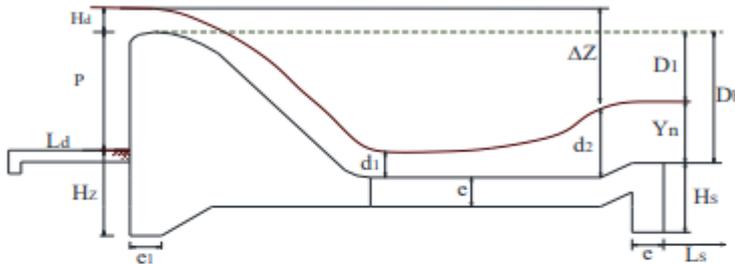
Y1 : Tirante al inicio del resalto

Y1 = 0.16 m

Y2 : Tirante al final del resalto

Y2 = 0.977 m

Reemplazando tenemos :



Hd = 0.572 m

P = 0.80 m

Δh = 0.10 m

**1.9) LONGITUD DEL COLCHÓN DISIPADOR**

L = 11.00 m

Q = 10.00 m<sup>3</sup>/s

Según Baklmetev-Martzke: Lc = 5 ( d<sub>2</sub> - d<sub>1</sub> )

L<sub>c</sub> = 4.07 m

Según Lafranetz: Lc = 4.5\*Y<sub>2</sub>

L<sub>c</sub> = 4.40 m

Según U.S Bureau of Reclamatio Lc = 4\*Y<sub>2</sub>

L<sub>c</sub> = 3.91 m

Según Pavloski: Lc = 2.5 ( 1.4Y<sub>2</sub> - Y<sub>1</sub> )

L<sub>c</sub> = 3.01 m

L<sub>c</sub> = 3.85 m

Hallamos el promedio:

Tomamos:

⇒ L<sub>c</sub> = 4.00 m

**1.10) LONGITUD DE PROTECCIÓN Y ENROCADO**

ΔZ = ( P + Hd - Y<sub>n</sub> ) = 1.372 - 0.98

⇒ ΔZ = 0.40 m

Ld = 1.19 m

Ld = 3 \* ΔZ

Por proceso

Constructivo tomamos:

⇒ Ld = 2.00 m

Longitud de protección aguas arriba

H<sub>z</sub> = 1 \* ΔZ

H<sub>z</sub> = 0.40 m

Tomamos:

⇒ H<sub>z</sub> = 0.50 m

También Ls = 0.8\*Lc

Ls = 3.20 m

Tomamos:

⇒ Ls = 3.50 m

Longitud de protección aguas abajo

## DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

### 1.11) PROFUNDIDAD DEL DENTELLÓN DEL COLCHÓN DISIPADOR

Hs: es la profundidad del dentellón del colchón disipador aguas abajo para evitar la socavación del río. Según VYSGO, tenemos:

$$H_s = k\sqrt{q\sqrt{\Delta z}} - Y_n$$

Donde k se determina por tablas con la relación:  $\frac{L_s}{Y_n} = 3.58$

Entonces:

$$k = 2.40$$

Reemplazando valores:

$$H_s = 0.93 \text{ m}$$

Tomamos:



$$H_s = 1.00 \text{ m}$$

### 1.12) ESPESOR DEL SOLADO DEL COLCHÓN DISIPADOR

e: Espesor del solado para resistir el impacto del agua que baje al colchón disipador

a) Por criterio cinético:  $c = 0.2\sqrt{q\sqrt{\Delta z}}$

$$e_1 = 0.16 \text{ m}$$

b) Por criterio estructural:

$$c = \frac{4}{3} \left( \frac{\gamma}{\gamma_c} \right) h_w$$

$$\gamma = 1850 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$h_{sp} = 0.091 \text{ (ver diagrama de subpresiones)}$$

$$e_2 = 0.09 \text{ m}$$

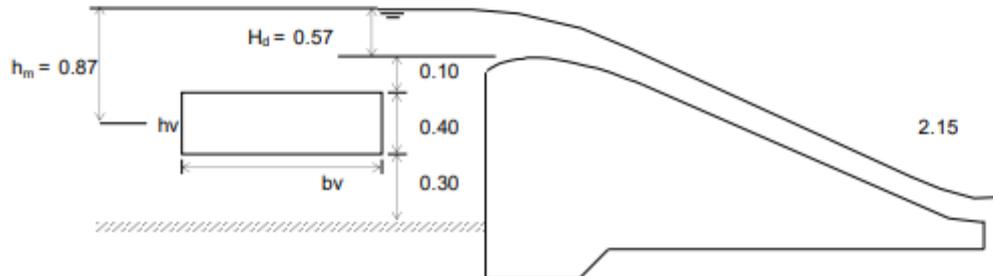
Por lo tanto tomamos:



$$e = 0.10 \text{ m}$$

## 2) DISEÑO DE LA VENTANA DE CAPTACIÓN

Los valores que se muestran fueron asumidos y comprobados en el cálculo de la altura del barraje



**DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

**2.1) CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LA VENTANA**

$Q_0 = \text{Caudal de derivación} = 0.150 \text{ m}^3/\text{s}$

Tenemos la ecuación general para un orificio:  $N^{\circ}$  ventanas = 1

$Q_0 = C \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h_m)^{1/2}$

Donde:

$Q_0$  : Caudal del orificio de descarga

C : Coeficiente de descarga

g : Gravedad

$h_m$  : Altura desde el medio de la ventana hasta la superficie de agua

A : Área de la ventana =  $h_v \times b_v$

$Q_0 = 0.15 \text{ m}^3/\text{s}$

$C = 0.60$

$h_m = 0.87 \text{ m}$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$h_v = 0.40 \text{ m}$

Asumimos la altura de la ventana:

Entonces  $Q_0 = C \cdot (h_v \cdot b_v) \cdot (2 \cdot g \cdot h_m)^{1/2}$

Despejando y reemplazando :

$b_v = \frac{Q_0}{C \cdot h_v \cdot (2 \cdot g \cdot h_m)^{1/2}} = 0.151 \text{ m}$

Tomamos:



$b_v = 0.30 \text{ m}$

Ancho de la ventana

Ancho de la reja de captación:

$b_r = b_v + N \times a'$

Donde: n : Número de espacios reja

$n = b_r / b'$

N : Número de barrotes reja

$N = n - 1$

a' : Ancho de barrotes

b' : Espaciamiento entre barrotes

Reemplazando valores:

$a' = 0.02 \text{ m}$

$b' = 0.05 \text{ m}$

$n = 6.00$

$N = 5.00$



$b_r = 0.40 \text{ m}$

(ANCHO TOTAL DE VENTANA)

**3) DISEÑO DEL CANAL DE CAPTACIÓN**

$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n}$

$Q = 0.150 \text{ m}^3/\text{s}$

$n = 0.014$

$S = 0.007 = 0.90\%$

$V_{\text{máx}} = 3.00 \text{ m/s}$

Por Manning :



$Y = 0.27 \text{ m}$

$0.33 \text{ m}$

$0.50 \text{ m}$

con BL

Entonces:



$b_{\text{canal}} = 0.40 \text{ m}$



$b_{\text{canal}} = 0.40 \text{ m}$

(consideraciones constructivas)

**DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE**

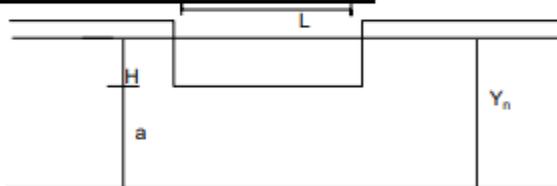
"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

**3) DISEÑO DE LA CAJA DE REUNIÓN DE AGUA CAPTADA**

Caudal a captar:	<b>Q = 0.150</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
Altura del agua en la ventana:	<b>Y<sub>m</sub> = 0.80</b>	<b>m</b>
ancho de la ventana captación:	<b>b<sub>r</sub> = 0.40</b>	<b>m</b>
Borde libre:	<b>BL = 0.30</b>	<b>m</b>
Altura de la caja:	<b>H = 1.10</b>	<b>m</b>
	⇒	<b>H = 1.20</b> <b>m</b>
Ancho de la caja: $H = bv + 0.30 \times 2$	<b>A = 1.00</b>	<b>m</b>
	⇒	<b>A = 1.10</b> <b>m</b>
Largo de la caja:	<b>L = 1.10</b>	<b>m</b>
La longitud de la transición está dada por:	$L_1 = \frac{(b_1 - b_2)}{2 \tan \theta}$	
Donde:	<b>θ = 12.50 °</b>	
	<b>b<sub>1</sub> = 1.10</b>	<b>m</b>
Ancho del canal de salida:	<b>b<sub>2</sub> = 0.50</b>	<b>m</b>
	<b>L<sub>t</sub> = 1.35</b>	<b>m</b>
Tomamos:	⇒	<b>L<sub>t</sub> = 1.50</b> <b>m</b>

**5) DISEÑO DEL ALIVIADERO DE EXCEDENCIAS**



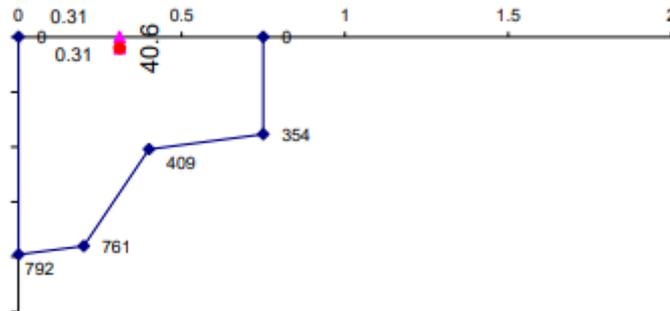
Sabem $B_1 \times Q_2 - Q_{vert} = B_2 \times Q_1$	⇒	$B_2 = B_1 \times Q_2 / Q_1$
Caudal de ingreso por la ventana de capta	<b>Q<sub>1</sub> = 0.150</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>
Caudal máximo:	<b>Q<sub>2</sub> = 10.00</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>
Sección de la ventana de captación	<b>B<sub>1</sub> = 0.40</b>	<b>m</b>
	<b>B<sub>2</sub> = 0.40</b>	<b>m</b>
	<b>Q<sub>vertedero</sub> = 9.85</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>
Altura del agua en el canal:	<b>Y<sub>n</sub> = 0.27</b>	<b>m</b>
Veloc. en el canal de conducción	<b>V = 1.38</b>	<b>m/s</b>
	<b>H = 0.150</b>	<b>m</b>
$H_0 = H - V^2/2g$	<b>H<sub>0</sub> = 0.054</b>	<b>m</b>
Longitud del vertedero lateral:	<b>C = 25.00</b>	
$L = \frac{Q_1 - Q_2}{c \sqrt{2g H_0^{3/2}}}$	<b>L = 7.16</b>	<b>m</b>
Tomamos:	⇒	<b>L = 7.20</b> <b>m</b>

**DISEÑO POR SUPRESION DE CAPTACIÓN LATERAL**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

**6.2) DIAGRAMA DE SUBPRESIONES**



Hallando el Centroide en el diagrama de subpresiones

$A_i$	$X_i$	$A_i \cdot X_i$
152.12	0.10	15.21
3.12	0.07	0.21
81.77	0.30	24.53
35.17	0.27	9.38
123.97	0.58	71.28
9.56	0.52	4.94
<b><math>\Sigma</math> 405.72</b>		<b>125.56</b>

$$X = \frac{125.56}{405.72} = 0.31 \text{ m}$$

$$h_{sp} = \left| 1.21 + 0.10 - \frac{1.21}{1.55} \cdot 1.56 \right| = 0.091 \text{ m}$$

**6.3) CÁLCULO DE SUBPRESIONES**

Supresión por 1m de profundidad

$$S = 405.72 \text{ Kg/m}$$

Si  $B = 11.00 \text{ m}$  (Ancho)

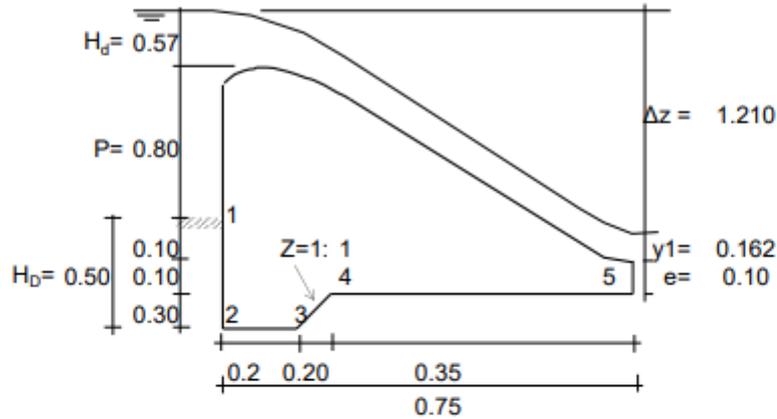
$$S = 4,462.94 \text{ Kg}$$

**DISEÑO POR SUPRESION DE CAPTACIÓN LATERAL**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

**6) ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD POR EFECTO DE LA SUBPRESIÓN**



**6.1) FUERZAS DE SUBPRESIÓN**

$$SP_x = \gamma k h_{spx}$$

Donde:  $\gamma$  : Peso específico del agua  $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$

$k$  : Coefic. (tipo de material)  $k = 0.60$

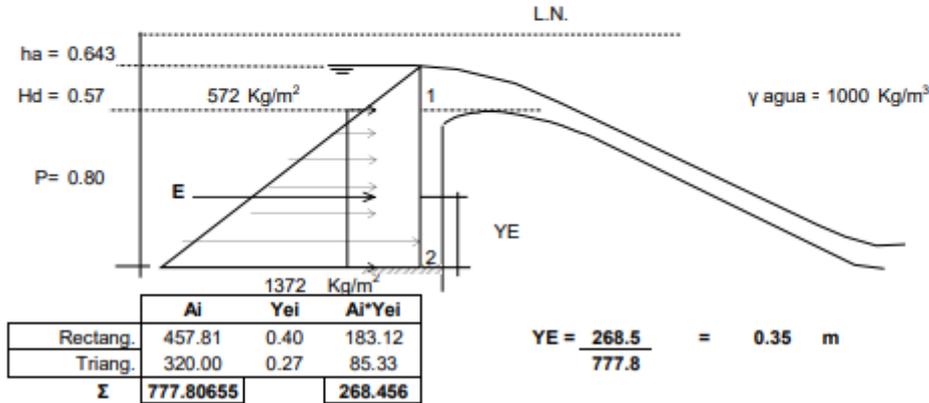
$$h_{spx} = \Delta z + h_x - \frac{\Delta z}{L_x} \cdot L_x \quad L_x = \frac{\sum L_{dis}}{3} + \sum L_{vs}$$

$$L_w = \frac{\sum L_{dis}}{3} + \sum L_{vs} = \frac{0.75}{3} + 0.80 = 1.55 \text{ m}$$

SUBPRESIONES:		B = 11.00	B = 11.00
Pto.2	= $1000 \left  1.21 + \frac{0.50 - 1.21}{1.55} \cdot 0.50 \right $	= 791.8 Kg/m <sup>2</sup>	87.1 Kg/cm <sup>2</sup>
Pto.3	= $1000 \left  1.21 + \frac{0.50 - 1.21}{1.55} \cdot 0.57 \right $	= 760.6 Kg/m <sup>2</sup>	83.7 Kg/m <sup>2</sup>
Pto.4	= $1000 \left  1.21 + \frac{0.20 - 1.21}{1.55} \cdot 0.93 \right $	= 408.9 Kg/m <sup>2</sup>	45 Kg/m <sup>2</sup>
Pto.5	= $1000 \left  1.21 + \frac{0.20 - 1.21}{1.55} \cdot 1.05 \right $	= 354.2 Kg/m <sup>2</sup>	39 Kg/m <sup>2</sup>

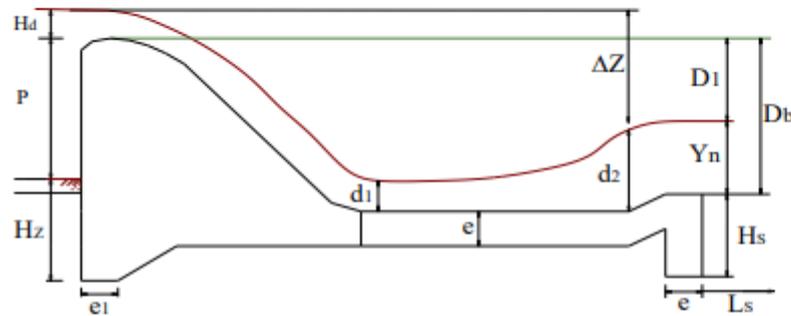
**7.2) CÁLCULO DEL EMPUJE**

Analizando por 1 m. de profundidad



**7) ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD POR VOLTEO Y DESLIZAMIENTO**

**7.1) CÁLCULO DEL PESO Y CENTROIDE DEL BARRAJE**



Centroide del Barraje

$\bar{X} = 0.50 \text{ m}$

Hallando el peso de barraje

$\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$

$AB = 2.08 \text{ m}^2$

$L = 11.00 \text{ m}$

Cálculo del peso por 1m de longitud

$L = 1.00 \text{ m}$

$W = 4,995.84 \text{ Kg/m}$

$Y = 0.804 X^{1.85}$

Area total del barraje:

$AB = 2.08 \text{ m}^2$

$W = \gamma_c \cdot A_b \cdot L$

Peso específico del concreto

Area del barraje

Longitud del barraje

multiplicando por su ancho

$L = 11.00 \text{ m}$

$W = 54,954.24 \text{ Kg}$

$W = 54.95 \text{ Tn}$

**DISEÑO DE ESTABILIDAD DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE**

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

Excentricidad de la resultante:

$$e = \frac{M}{T} = -0.229 \qquad \frac{L}{3} = 0.25$$

La estabilidad de la estructura estará garantizada si se cumple:  $e < L/3$

$$-0.2288 < 0.25 \quad \text{Correcto!}$$

Esfuerzos transmitidos al suelo:

$$\sigma_{A,B} = \frac{T}{L} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{L} \right)$$

Para una profundidad de  $B = 11.00$  m



$$\sigma_A = -5,081.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$\sigma_{\text{SUELO}} = 1.08 \text{ Kg/cm}^2$$



$$\sigma_B = 17321.31 \text{ Kg/m}^2$$

$$\sigma_{\text{SUELO}} = 10,840 \text{ Kg/m}^2$$

Se debe cumplir:

$$\begin{aligned} \sigma_{A,B} &< \sigma_{\text{SUELO}} \\ -5,081.00 &< 10,840 \quad \text{Cumple} \\ 17,321.31 &> 10,840 \quad \text{Cumple} \end{aligned}$$

La estructura es estable al hundimiento

**DISEÑO DE ESTABILIDAD DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE**

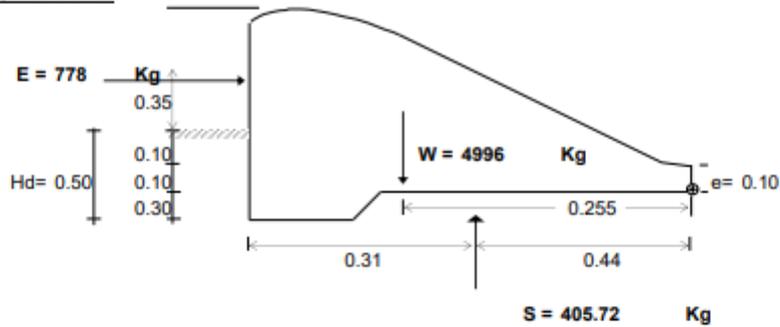
"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

Luego el empuje por 1m de profundidad sera:

$$E = ( 572 + 1372 ) * \frac{0.80}{2} = 777.81 \text{ Kg/m}$$

**7.3) ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

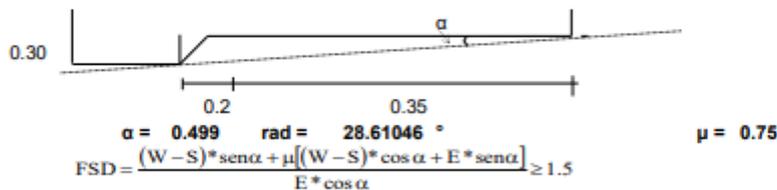


**1) Seguridad Contra el Volteo**

$$FSV = \frac{4996 \times 0.26}{778 \times 0.85 + 406 \times 0.44} = 1.52 > 1.5 \text{ a } 2.0$$

**Correcto, la estructura es estable al volteo**

**2) Seguridad al deslizamiento**

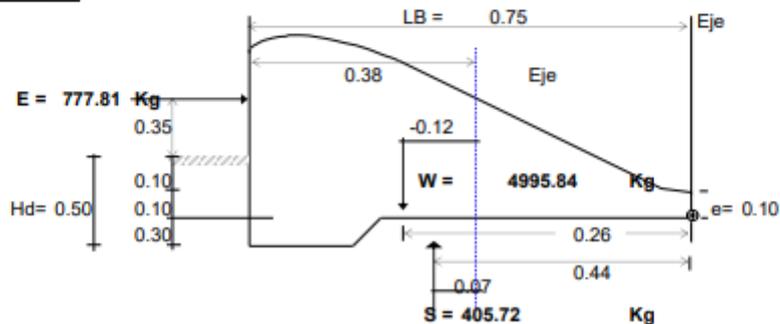


Reemplazando valores:

$$FSD = \frac{5499.6}{682.8} = 8.05 > 1.5 \text{ a } 2.0$$

**Correcto, la estructura es estable al deslizamiento**

**3) Seguridad al hundimiento**



Momento resultante:

$$\Sigma M_{eje} = 0$$

$$M = 4995.84 \cdot (-0.12) - 405.7217 \cdot 0.07 - 777.81 \cdot 0.55$$

$$\Rightarrow M = -1050.11 \text{ Kg-m}$$

Fuerza resultante vertical:

$$T = 4996 - 405.7217 = 4590.2783 \text{ Kg}$$

$$\Rightarrow T = 4590.12 \text{ Kg}$$

## DISEÑO DE CAPTACIÓN TIPO BARRAJE

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

FECHA: Noviembre del 2023

### 8) REFUERZO ESTRUCTURAL

Las estructuras son estables por flexión y cortante, por lo que el refuerzo a colocar será sólo el de contracción y temperatura:

#### 8.1) REFUERZO POR TEMPERATURA BARRAJE

Cuantía por Temperatura: 0.0018

b = 100 cm (Ancho tributario)

e = 70 cm

Para cresta y caída  
 $As_{min} = 0.0018 * 100 * 70$   
 **$As_{min} = 12.60 \text{ cm}^2$**

Para apoyo  
 $As_{min} = 0.002 * 100 * 70$   
 **$As_{min} = 12.60 \text{ cm}^2$**

#### Espaciamiento de refuerzos

$$\text{Con: } db = 1/2" \quad S = \frac{Asb \times b \omega}{As} = \frac{1.267 \times 100}{12.60} = 10.1 \text{ cm}$$

**$\Phi 1/2" \quad 4 @ 0.20 \text{ m}$**

una malla en todo el perímetro

#### 8.2) REFUERZO POR TEMPERATURA COLCHÓN DISIPADOR

Cuantía por Temperatura: 0.0018

b = 100 cm (Ancho tributario)

e = 30 cm (h = 30 cm)

$As_{min} = 0.0018 * 100 * 30$   
 **$As_{min} = 5.40 \text{ cm}^2$**

#### Espaciamiento de refuerzos

$$\text{Con: } db = 3/8" \quad S = \frac{Asb \times b \omega}{As} = \frac{0.713 \times 100}{5.40} = 13.2 \text{ cm}$$

**$\Phi 3/8" \quad 20 @ 0.20 \text{ m}$**

una malla en todo el perímetro

**DISEÑO DE DESARENADOR DE SECCION RECTANGULAR**

**DATOS:**

Caudal de conducción (Q)	127.30 l/s
Altura del canal de ingreso (h)	0.50 m
Tirante del agua en el canal de ingreso(Y)	0.24 m
Ancho de sección del canal de ingreso (b)	0.40 m
Angulo de divergencia de transición (β)	12.50 °
Velocidad longitudinal en el desarenador (V)	0.30 m/s
Diámetro mín. de las partículas a decantar (Ø)	0.50 mm
Ancho desarenador en relación altura de agua B =	2 H
Coefficiente de seguridad ( C )	1.5

**CALCULOS**

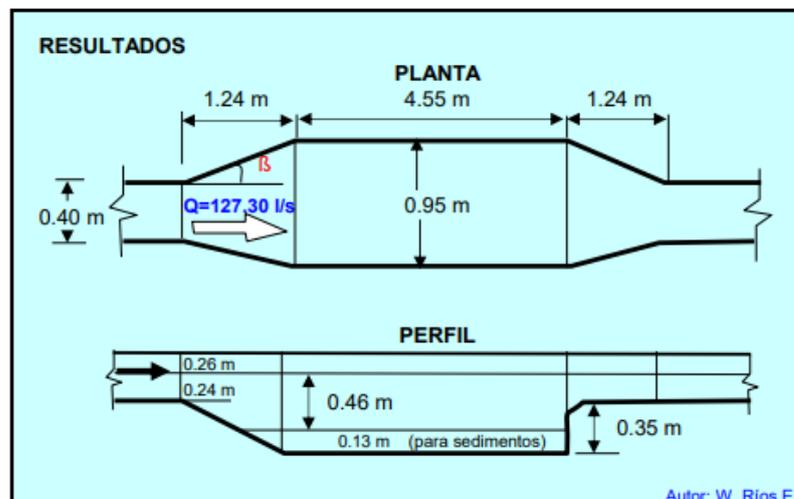
La altura de aguas (H) en el desarenador depende de la velocidad (V), el caudal (Q) y el ancho ( B ) del desarenador ; luego usando la ecuación de continuidad  $Q = V*B*H$ , se tiene  $H =$  0.46 m

Luego, el ancho del desarenador resulta  $B =$  0.95 m

La velocidad de decantación para el diámetro de la partícula definida según el dato experimental de Arkhangeiski es  $W =$  5.400cm/s

Según la ecuación de Stokes y tomando la expresión de Sokolov para el componente normal de turbulencia  $u=1.52 W$ , resulta la ecuación siguiente para la longitud del desarenador (L)

$$L = 1.18 * C * h * V / W =$$
4.55 m



## CALCULO ESTRUCTURAL / DESARENADOR

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

Datos:

$H_1 = 0.85$ m.	altura de la caja para camara humeda
$H_2 = 0.70$ m.	altura del suelo
$b = 0.95$ m.	ancho de pantalla
$e_m = 0.15$ m.	espesor de muro
$g_s = 2800$ kg/m <sup>3</sup>	peso específico del suelo
$f = 35^\circ$	angulo de rozamiento interno del suelo
$m = 0.6$	coeficiente de fricción
$g_c = 2400$ kg/m <sup>3</sup>	peso específico del concreto
$s_1 = 1.08$ kg/cm <sup>2</sup>	capacidad de carga del suelo

Empuje del suelo sobre el muro ( P ):

coeficiente de empuje

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.27$$

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_s)^2}{2}$$

**P = 185.90 kg**

Momento de vuelco ( Mo ):

$$M_O = P \cdot Y$$

Donde:  $Y = \left(\frac{H_s}{3}\right)$   
 $Y = 0.23$  m.

**M<sub>O</sub> = 43.38 kg-m**

Momento de estabilización ( Mr ) y el peso W:

$$M_r = W \cdot X$$

Donde: W= peso de la estructura  
X= distancia al centro de gravedad

$W_1 = 306.00$  kg       $W_1 = e_m \cdot H_t \cdot Y_c$   
 $X_1 = 0.55$  m.       $X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{e_m}{2}\right)$

$M_{r1} = 168.30$  kg-m       $M_{r1} = W_1 \cdot X_1$

**M<sub>r</sub> = 168.30 kg-m**

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente fórmula:

$$a = \frac{M_r + M_O}{W}$$

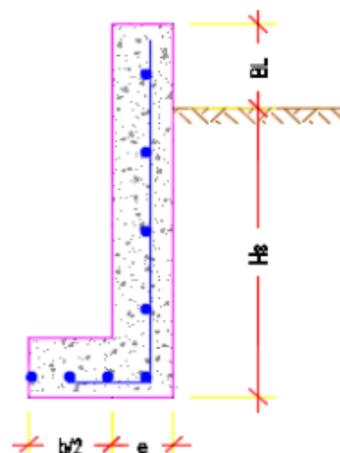
**a = 0.41 m.**

$M_r = 168.30$  kg-m       $M_O = 43.38$  kg-m  
 $W = 306.00$  kg

Chequeo por volteo:

donde deberá ser mayor de **1.60**

**C<sub>dv</sub> = 3.880**      **Cumple !**       $C_{dv} = \frac{M_r}{M_O}$



**Calculo del Acero de Refuerzo As**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)} \quad a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Mu= 0.18 Ton-m  
 b= 100.00 cm  
 F'c= 280.00 Kg/cm2  
 Fy= 4,200.00 Kg/cm2  
 d= 9.37 cm

**Calculo del Acero de Refuerzo**

**Acero Minimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

$$N_b = \frac{A_{sx}}{A_{s\phi}}$$

**Asmin= 1.686 cm2**

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 lter.	0.94	0.54
2 lter	0.10	0.52
3 lter	0.09	0.52
4 lter	0.09	0.52
5 lter	0.09	0.52
6 lter	0.09	0.52
7 lter	0.09	0.52
8 lter	0.09	0.52

$$esp = \frac{A_{s\phi} \cdot 100cm}{N_b \cdot A_{s\phi}}$$

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>1.686</b>	16.67	25.00	50.00	50.00	50.00

**USAR Ø1/2" @0.25 m**

2.0.-

**ACERO HORIZONTAL EN MUROS**

Usar acero por cuantía minima

b= 100.00 cm  
 F'c= 210.00 Kg/cm2  
 Fy= 4,200.00 Kg/cm2  
 d= 9.37 cm

$$A_{smin} = 0.0018b.e$$

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

$$N_b = \frac{A_{sx}}{A_{s\phi}}$$

**Asmin= 1.686 cm2**

$$esp = \frac{A_{s\phi} \cdot 100cm}{N_b \cdot A_{s\phi}}$$

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>1.686</b>	16.67	25.00	50.00	50.00	50.00

**USAR Ø1/2" @0.25 m**

Chequeo por deslizamiento:

$$F = 183.6$$

$$F = \mu \cdot W$$

$$0.1836$$

$$C_{ad} = \frac{F}{P}$$

$$C_{ad} = 0.988$$

Cumple !

Chequeo para la max. carga unitaria:

$$L = 0.63 \text{ m.}$$

$$L = \frac{b}{2} + em$$

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

el mayor valor que resulte de los P1 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = 0.09 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.09 \text{ kg/cm}^2 \leq 1.08 \text{ kg/cm}^2$$

Cumple !

$$P \leq \sigma_c$$

or tratarse de muros donde la longitud supera ampliamente a la altura , lo consideramos como

0.- **ACERO VERTICAL EN MUROS**

Datos de Entrada

Altura	Hp	0.85 (m)
P.E. Suelo	(W)	2.80 Ton/m3
F'c		210.00 (Kg/cm2)
Fy		4,200.00 (Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	1.08 (Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	35.00 grados
S/C		300.00 Kg/m2

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

$$H_p = 0.85 \text{ m}$$

$$\text{Entonces } K_a = 0.271$$

Calculamos Pu para H de la base

$$H = P_t = H * K_a * W = 0.64 \text{ Ton/m}^2 \text{ Empuje del terreno}$$

$$E = 75\% P_t = 0.48 \text{ Ton/m}^2 \text{ Sismo}$$

$$P_u = 1.0 * E + 1.6 * H = 1.51 \text{ Ton/m}^2$$

Calculo de los Momentos

$$\text{Asumimos espesor de muro } E = 15.00 \text{ cm}$$

$$d = 9.37 \text{ cm}$$

$$M_u = \frac{P_u * h^2}{6}$$

$$M(-) = 0.18 \text{ Ton-m}$$

**3.0.- ACERO HORIZONTAL EN LOSA**

Usar acero por cuantía mínima

b= 100.00 cm  
 F'c= 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Fy= 4,200.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 d= 9.37 cm

$$N_b = \frac{A_{s\phi}}{A_{s\phi}}$$

$$A_{Smin} = 0.0018b.e$$

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

**Asmin= 1.686 cm<sup>2</sup>**

$$esp = \frac{A_{s\phi} \cdot 100cm}{N_b \cdot A_{s\phi}}$$

L = Largo de losa 6.70 m  
 B = Ancho de losa 0.95 m  
 e = espesor de losa 0.15 m  
 M = Pt . d Pt = Peso Total del techo  
 Pt = 630.14 Kg.  
 d = 0.07 m

Por lo tanto : M = 0.63Tn x 0.070 m = 0.044 Tn-m / m

**Cálculo de acero :**

Metrado de Cargas :

Peso propio = 360 Kg/m<sup>2</sup>  
 Sobre carga = 300 Kg/m<sup>2</sup>  
 TOTAL = 660 Kg/m<sup>2</sup>

\* En muro o pared delgada, el acero por metro lineal no debe exceder a :  
 As = 30 \* t \* f'c / fy, siendo : t = espesor de la losa = 0.150 m.  
 Reemplazando, tenemos : As= 23 cm<sup>2</sup>

\* Acero por efectos de tensión (At) :  
 At = T / Fs = T / ( 0.5 \* Fy ) = 0.04 / ( 0.5 \* 4200 ) = 0.02 cm<sup>2</sup>

\* Acero por efectos de Flexión (Af) :  
 Para este caso se colocará el acero mínimo: Af min = 0.0018 x 100 x 7.00 = 1.26 cm<sup>2</sup>

\* Acero a tenerse en cuenta : At + Af < 22.50 cm<sup>2</sup> At + Af = 1.28 cm<sup>2</sup>  
 Como podemos apreciar : **At + Af < As max. Ok!**  
 3 Ø 3/8 A<sub>total</sub> = 2.14 cm<sup>2</sup> **Si cumple con el acero requerido**  
 Ø 3/8 @ 0.33m

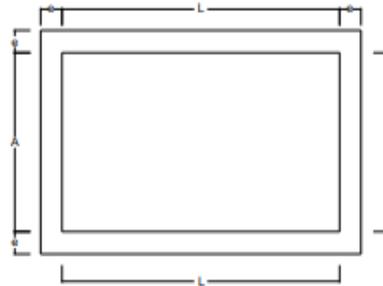
\* Acero por efectos de la excentricidad :  
 M = 0.044 Tn-m  
 recubrim= 5.0 cm

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As min	Ø	Total	Disposición
0.044	100.00	10.00	0.027	0.12	1.80	3/8 "	2.37	Ø 3/8 @ 0.30

## DISEÑO DE RESERVORIO RECTANGULAR

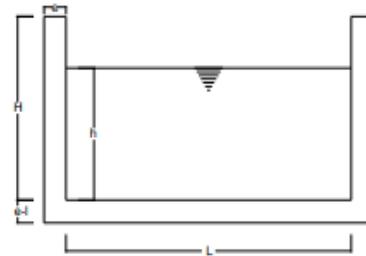
### GEOMETRIA DEL RESERVORIO

Largo	=	15.00 m	
Ancho	=	12.00 m	
Altura de Muro	=	5.00 m	
Borde Libre	=	0.50 m	
Relacion Largo/Altura de agua ( $1 \leq X \leq 3$ )	=	3.00	Bien
Relacion Ancho/Altura de agua ( $0.5 \leq X \leq 3$ )	=	2.40	Bien

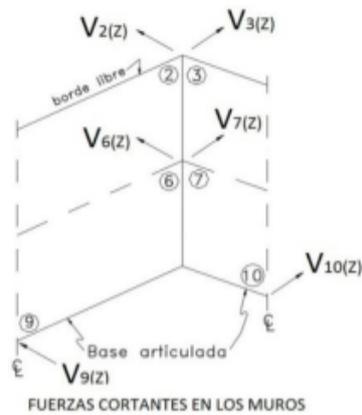


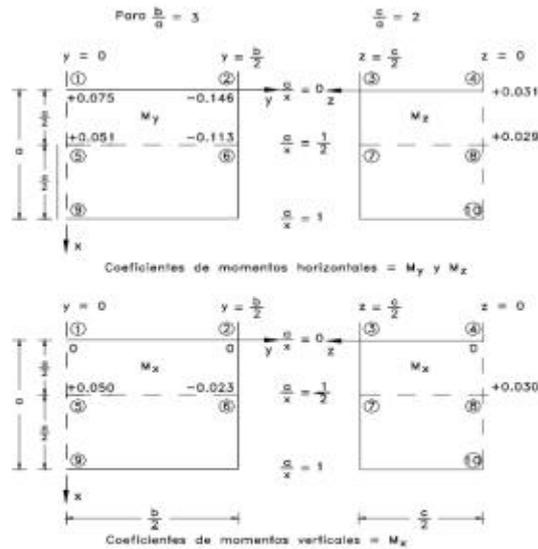
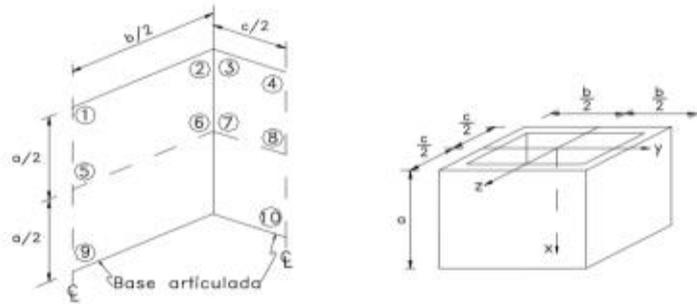
### DATOS DE MURO

Resistencia a la compresión ( $f'_c$ )	=	210 kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico del concreto ( $\gamma_c$ )	=	2400 kg/m <sup>3</sup>	
Esfuerzo de fluencia del acero ( $f_y$ )	=	4200 kg/cm <sup>2</sup>	
Espesor	=	50 cm	



### ELEMENTOS MECANICOS





Coeficientes de Momentos Flexionantes según la tabla V de PCA

### FUERZAS CORTANTES

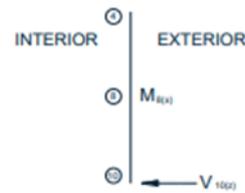
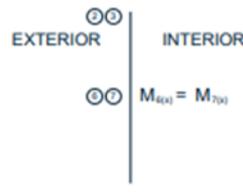
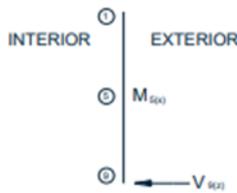
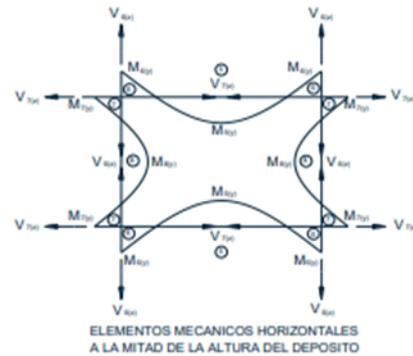
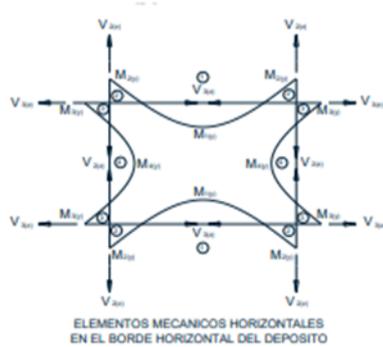
Tablero largo: borde superior de la esquina lateral	$V_2(\bar{x})$	4.125 Ton
Tablero corto: borde superior de la esquina lateral	$V_3(\bar{x})$	0.250 Ton
Tablero largo: punto central de la esquina lateral	$V_6(\bar{x})$	10.150 Ton
Tablero corto: punto central de la esquina lateral	$V_7(\bar{x})$	9.375 Ton
Tablero largo: punto central del borde inferior	$V_9(\bar{x})$	11.250 Ton
Tablero corto: punto central del borde inferior	$V_{10}(\bar{x})$	9.500 Ton

### MOMENTOS FLEXIONANTES HORIZONTALES

$M_1(y) = 9.375 \text{ Ton-m}$
$M_2(y) = -18.250 \text{ Ton-m}$
$M_3(y) = -18.250 \text{ Ton-m}$
$M_4(y) = 3.875 \text{ Ton-m}$
$M_5(y) = 6.375 \text{ Ton-m}$
$M_6(y) = -14.125 \text{ Ton-m}$
$M_7(y) = -14.125 \text{ Ton-m}$
$M_8(y) = 3.625 \text{ Ton-m}$

### MOMENTOS FLEXIONANTES VARTICALES

$M_5(x) =$	6.250 Ton-m
$M_6(x) =$	-2.875 Ton-m
$M_7(x) =$	-2.875 Ton-m
$M_8(x) =$	3.750 Ton-m



## DISEÑO DE LAS LOSAS DE LOS TABLEROS

### Verificación de la capacidad al cortante de los tableros

#### a) Tablero largo. Cortante en el punto medio del borde inferior

El cortante máximo en el punto medio del borde inferior del tablero largo (punto 9), vale: 11.25 Ton. el cual se evalúa así:

$$V = C_S \times w a^2 = 11.250 \text{ Ton} \quad \text{Por lo tanto} \quad : V_{u1} = 1.7V = 19.125 \text{ Ton}$$

Y la resistencia del concreto:  $V_c = 0.5\sqrt{f'_c} b d =$

Donde dicho factor,  $F_R = 0.85$  : Factores de reducción de la resistencia. El ancho unitario  $b = 100 \text{ cm}$ .

$$F_R V_c = 0.85 \times (0.5)\sqrt{f'_c} b d = \quad \text{Si se utiliza} \quad :$$

Si: #4 - 1/2" :  $\phi_{var} = 1.27 \text{ cm}$  ;  $\phi_{var}/2 = 0.635 \text{ cm}$  ; #4 - 1/2" ▼

y el peralte efectivo:  $d = h - \text{recubrimiento} - \phi_{var}/2 = 44.37 \text{ cm}$

Al reemplazar valores, el cortante resistente del concreto vale:

$$F_R V_c = 0.85 \times (0.5)\sqrt{f'_c} b d = 27.324 \text{ Ton} \quad \text{Ok!!!}$$

#### b) Cortante en el punto a media altura en la intersección de los tableros

A media altura de la esquina, en el tablero largo (punto 6), la reacción vale 10.15 en tanto que en el mismo sitio (punto 7), la reacción en el tablero corto es de 9.375

Los valores factorados de dichas reacciones son:

$$V_{u1} = 1.7V = 17.255 \text{ Ton}$$

$$V_{u2} = 1.7V = 15.938 \text{ Ton}$$

La fuerza de tensión en el plano del tablero largo no es otra sino la fuerza de reacción en el tablero corto.

Para determinar la fuerza cortante admisible del concreto en el tablero largo, se hace uso de la ecuación. En efecto:

Pto 6:  $F_R V_c = F_R (0.53) \left( 1 + \frac{N_u}{35 A_g} \right) \sqrt{f_c'} b d = 26.107 \text{ Ton} > 17.255 \text{ Ton} \quad \text{Ok!!!}$

Pto 7:  $F_R V_c = F_R (0.53) \left( 1 + \frac{N_u}{35 A_g} \right) \sqrt{f_c'} b d = 26.325 \text{ Ton} > 15.938 \text{ Ton} \quad \text{Ok!!!}$

### 3.2. DISEÑO PARA FLEXIÓN COMBINADA CON TENSIÓN DIRECTA

#### 3.2.1. Refuerzo mínimo para flexión

El porcentaje de refuerzo mínimo para la flexión, vale:

$$\rho = \frac{0.8 \sqrt{f_c'}}{f_y} = 0.00276 \quad \text{pero no menor a:} \quad \rho = \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0.0033$$

Se optara por el mayor

#### 3.2.3. Momentos en el sentido horizontal

##### 3.2.3.1. Diseño para el momento negativo en el tablero corto

Por lo tanto, el momento y la fuerza de tensión directa, ambos factorados, en el borde valen:

$$M_{u1} = -40.333 \text{ Ton-m} \quad N_{u1} = -11.571 \text{ Ton-m}$$

Para varillas del #5 - 5/8", el peralte efectivo de la losa:

Se utiliza:

Si: #5 - 5/8" :  $\phi_{var}=1.59\text{cm}$  ;  $\phi_{var}/2=0.795\text{cm}$  ;  
y el peralte efectivo:  $d=h-\text{recubrimiento}-\phi_{var}/2= 44.21 \text{ cm}$

#5 - 5/8"

Con objeto de utilizar la Tabla A-1 de Rectangular Concrete Tanks (PCA), se calcula el valor:

$$K_u = \frac{M_u}{F_R f_c' b d^2} = 0.1092 \quad \text{A partir de la Tabla} \quad (\omega) = 0.1170$$

De donde:  $\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0.0059 > 0.0033 \quad \text{Ok!!!}$

$$A_{s, flex} = \rho b d = 25.860 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El refuerzo para la tensión directa se calcula con:

$$A_{s, tensión} = \frac{N_u}{2 F_R f_y} = 1.531 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{El area total de refuerzo} \quad A_s \text{ total} = 27.390 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$n = \frac{A_s}{A_\phi} = 13.834 \Rightarrow n = 14 \quad \text{As recalculado} = 27.720 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #4 - 1/2" @ 8 cm

##### 3.2.3.2. Diseño para el momento negativo en el tablero largo

El acero para tensión en el tablero largo se calcula con:

$$A_{s, tensión} = \frac{N_u}{2 F_R f_y} = 0.093$$

La totalidad del refuerzo horizontal negativo en el tablero largo, vale:

$$A_s = 25.953 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #5 - 5/8" @ 8 cm

$$\text{As recalculado} = 27.720 \text{ cm}^2/\text{m}$$

##### 3.2.3.3. Momento negativo en la intersección de los tableros, a media altura

A media altura, en el punto 6, el momento horizontal para el tablero corto vale

$$-14.125 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = -31.216 \text{ Ton-m}$$

La fuerza de tensión N para el tablero corto es la reacción en el tablero largo es:

$$N_u = -26.344 \text{ Ton}$$

$$K_u = 0.0845$$

$$\omega = 0.0893$$

El refuerzo para la tensión vale:  $\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = 0.0045$   $A_{s,flex} = 19.738 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$A_{s,tens} = \frac{N_u}{2F_R f_y} = 3.485 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo tanto, el refuerzo horizontal en la cara interior del tablero corto

$$A_s = 23.222 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ recalculado} = 23.760 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #5 - 5/8" @ 9 cm

### 3.2.4. Momentos horizontales positivos

Los momentos positivos que se han considerado, son:

En el borde superior de la losa, en el tablero largo = 9.375 Ton-m

En el borde superior de la losa, en el tablero corto = 3.875 Ton-m

A media altura del depósito, tablero largo = 6.375 Ton-m

A media altura del depósito, tablero corto = 3.625 Ton-m

#### 3.2.4.1. Momento en el tablero largo, borde superior

Para el mayor de los momentos, que es el de : 9.375 Ton-m

$$M_u = 20.719 \text{ Ton-m}$$

Se suponen varillas del  ▼

$$d = h - \text{recubrimiento} - \phi_{\text{var}}/2 = 44.21 \text{ cm}$$

$$K_u = 0.0561$$

$$\omega = 0.0581$$

$$\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = 0.0029 \quad A_{s,flex} = \rho b d = 12.84 \text{ cm}^2/\text{m} \quad A_s \text{ recalculado} = 13.86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #5 - 5/8" @ 15 cm

#### 3.2.4.2. Momento en el tablero largo, a media altura

A media altura del depósito, en el tablero largo, el momento positivo es igual a:

$$6.375 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = 14.089 \text{ Ton-m}$$

Se suponen varillas de:  ▼

$$d = h - \text{recubrimiento} - \phi_{\text{var}}/2 = 44.21 \text{ cm}$$

$$K_u = 0.0381$$

$$\omega = 0.0390$$

$$\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = 0.0020 \quad \text{Usar Cuantía Mínima} \quad A_{s,flex} = \rho b d = 8.62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El refuerzo de tensión en esa parte del tablero, vale: 3.48 cm<sup>2</sup>/m

$$A_s \text{ total} = 12.10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #5 - 5/8" @ 15 cm

$$A_s \text{ recalculado} = 13.86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 3.2.4.3. Momento en el tablero corto, borde superior

El borde superior del depósito, en el tablero largo, el momento positivo es igual:

3.875 Ton-m

$$M_{u1} = 8.564 \text{ Ton-m}$$

Se suponen varillas de: #5 - 5/8" ▼

$d = h - \text{recubrimiento} - \phi_{\text{var}}/2 = 44.21 \text{ cm}$

$$K_{u1} = 0.0232 \quad \phi = 0.0235$$

$$\rho = \phi \frac{f'_c}{f_y} = 0.0012 \quad A_{s, \text{flexión}} = 5.19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Puesto que:  $\rho_{\text{calculada}} < \rho_{\text{mínima}}$  Se compara:  $4/3 A_{s, \text{calculada}}$  con  $A_{s, \text{mínima}}$

$$6.93 \text{ cm}^2/\text{m} < 14.59 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Ok!!!}$$

Entonces se toma: 6.93 cm<sup>2</sup>/m

La tensión directa en el borde superior del tablero corto es de: 4.125 Ton

$$N_u = 11.571 \text{ Ton} \quad A_{st} = \frac{N_u}{2F_R f_y} = 1.53 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ total} = 8.46 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #5 - 5/8" @ 20 cm

$$A_s \text{ recalculada} = 9.90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 3.2.4.4. Momento en el tablero corto, a media altura

El borde superior del depósito, en el tablero largo, el momento positivo es igual:

3.625 Ton-m

$$M_{u1} = 8.011 \text{ Ton-m}$$

Se suponen varillas de: #5 - 5/8" ▼

$d = h - \text{recubrimiento} - \phi_{\text{var}}/2 = 44.21 \text{ cm}$

$$K_{u1} = 0.0217 \quad \phi = 0.0219$$

$$\rho = \phi \frac{f'_c}{f_y} = 0.0011 \quad A_{s, \text{flexión}} = 4.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Puesto que:  $\rho_{\text{calculada}} < \rho_{\text{mínima}}$  Se compara:  $4/3 A_{s, \text{calculada}}$  con  $A_{s, \text{mínima}}$

$$6.45 \text{ cm}^2/\text{m} < 14.59 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Ok!!!}$$

Entonces se toma: 6.45 cm<sup>2</sup>/m

La tensión directa en el borde superior del tablero corto es de: 9.375 Ton

$$N_u = 26.297 \text{ Ton} \quad A_{st} = \frac{N_u}{2F_R f_y} = 3.48 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ total} = 9.93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar: #5 - 5/8" @ 17 cm

$$A_s \text{ recalculada} = 11.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 3.3. Flexión en el sentido vertical

En el punto 5 para un momento: 6.250 Ton-m

$$M_{u1} = 13.813 \text{ Ton-m}$$

Se suponen varillas de: #5 - 5/8" ▼

$d = h - \text{recubrimiento} - \phi_{\text{var}}/2 = 42.62 \text{ cm}$

$$K_{II} = 0.0402 \quad \omega = 0.0412$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0.0021 \quad A_{s,flexión} = 8.8 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Usar: \#5 - 5/8" @ 20 cm}$$

### 3.4. Refuerzo horizontal de contracción y temperatura, además del necesario para tensión directa en el lecho interior de los claros largo y corto

$$0.0018bh = 9.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Usar: \#6 - 3/4" @ 25 cm}$$

A esta área habrá que adicionarle en cada caso, la necesaria para la tensión directa.

En efecto: en la parte superior del tablero largo	As =	9.09 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 25 cm
En la parte inferior del tablero largo	As =	12.48 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 20 cm
En la parte superior del tablero corto	As =	10.53 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 25 cm
En la parte inferior del tablero corto	As =	12.77 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 20 cm

#### ACERO DE REFUERZO

Punto	Momento Horizontal My (Tn-m)	Momento Horizontal Factorado My (Tn-m)	d	K <sub>II</sub>	( $\omega$ )	As cm <sup>2</sup> /m	Tension N Ton	Tension Factorada Nu Ton	Refuerzo para Nu Astens cm <sup>2</sup> /m	As Total cm <sup>2</sup> /m	Vars Num. y separación en cm
1	9.375 Ton-m	20.719 Ton-m	44.21 cm	0.0561	0.0581	12.842 cm <sup>2</sup> /m	0.250 Ton	0.701 Ton	0.093 cm <sup>2</sup> /m	12.934 cm <sup>2</sup> /m	\#5 - 5/8" @ 15
2	-18.250 Ton-m	-40.333 Ton-m	44.05 cm	0.1100	0.1183	26.053 cm <sup>2</sup> /m	0.250 Ton	0.701 Ton	0.093 cm <sup>2</sup> /m	26.145 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 10
3	-18.250 Ton-m	-40.333 Ton-m	44.05 cm	0.1100	0.1183	26.053 cm <sup>2</sup> /m	4.125 Ton	11.571 Ton	1.531 cm <sup>2</sup> /m	27.583 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 10
4	3.875 Ton-m	8.564 Ton-m	44.37 cm	0.0230	0.0233	5.169 cm <sup>2</sup> /m	4.125 Ton	11.571 Ton	1.531 cm <sup>2</sup> /m	6.699 cm <sup>2</sup> /m	\#4 - 1/2" @ 17
5	6.375 Ton-m	14.089 Ton-m	44.21 cm	0.0381	0.0390	8.620 cm <sup>2</sup> /m	9.375 Ton	26.297 Ton	3.478 cm <sup>2</sup> /m	12.098 cm <sup>2</sup> /m	\#5 - 5/8" @ 15
6	-14.125 Ton-m	-31.216 Ton-m	44.05 cm	0.0851	0.0899	19.798 cm <sup>2</sup> /m	9.375 Ton	26.297 Ton	3.478 cm <sup>2</sup> /m	23.277 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 12
7	-14.125 Ton-m	-31.216 Ton-m	44.05 cm	0.0851	0.0899	19.798 cm <sup>2</sup> /m	10.150 Ton	28.471 Ton	3.766 cm <sup>2</sup> /m	23.564 cm <sup>2</sup> /m	\#6 - 3/4" @ 12
8	3.625 Ton-m	8.011 Ton-m	44.37 cm	0.0215	0.0218	4.836 cm <sup>2</sup> /m	10.150 Ton	28.471 Ton	3.766 cm <sup>2</sup> /m	8.602 cm <sup>2</sup> /m	\#4 - 1/2" @ 15
Punto	Momento Vertical My (Tn-m)	Momento Vertical Factorado My (Tn-m)	d	K <sub>II</sub>	( $\omega$ )	As cm <sup>2</sup> /m				As Total cm <sup>2</sup> /m	Vars Num. y separación en cm
5	6.250 Ton-m	13.813 Ton-m	44.21 cm	0.0374	0.0382	8.443 cm <sup>2</sup> /m				8.443 cm <sup>2</sup> /m	\#5 - 5/8" @ 20
6,7	2.875 Ton-m	6.354 Ton-m	44.37 cm	0.0171	0.0172	7.631 cm <sup>2</sup> /m				7.631 cm <sup>2</sup> /m	\#4 - 1/2" @ 15
8	3.750 Ton-m	8.288 Ton-m	44.37 cm	0.0223	0.0225	4.991 cm <sup>2</sup> /m				4.991 cm <sup>2</sup> /m	\#4 - 1/2" @ 25

## INFORME TÉCNICO

### ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: CALICATA



**PROYECTO** : "ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD PARA EL SECTOR HUACAPAMPA, EN CHALACO, MORROPÓN, PIURA, 2023

**SOLICITA** : BACH. JOSE ROLANDO CAICAY DIAZ

**UBICACIÓN** :

SECTOR : HUACAPAMPA

DISTRITO : CHALACO

PROVINCIA : MORROPON

DEPARTAMENTO : PIURA

  
Ing. Shain Taliedo Silva  
CIP: 194767

PIURA, OCTUBRE DEL 2023

INDICE

	Págs.
1 GENERALIDADES	4
1.1 Objetivo del Estudio	4
1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio	4
1.3 Condiciones Climáticas de la Zona	5
1.4 Topografía	5
1.5 Características Estructurales de la Obra a Cimentar	5
2 GEOLOGIA EN EL AREA DE ESTUDIO	5
2.1 Geomorfología	5
2.2 Estratigrafía	7
2.3 Geodinámica externa	7
2.4 Geodinámica interna	7
2.4.1. Parámetros para diseño sismo resistente	8
2.5 Análisis de Licuación de Suelos	10
3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	11
3.1 Trabajo de Campo	11
3.1.1. Calicatas o Pozos de Exploración	11
3.1.2. Muestreo y Registros de Exploración	11
3.2 Fase de Laboratorio	14
3.3 Fase de Gabinete	14
4 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL ÁREA	14
4.1. Fase gabinete	14
4.2. Presencia de Nivel Freático	14
4.3. Resultados de ensayos de laboratorio	15
4.3.1. Contenido de Humedad Natural ASTM D - 2216	15
4.3.2. Gravedad Específica de los sólidos ASTM D - 85416	15
4.3.3. Densidades Naturales ASTM-T 191-61	15



Ing. Shain Boris Talledo Silva  
CIP: 194767

4.3.4.	Análisis Granulométrico por tamizado ASTM-D-422	15
4.3.5.	Límites de consistencia AASHO 89-60	15
4.3.6.	Clasificación de Suelos	15
4.3.7.	Relación densidad humedad	15
4.3.8.	Análisis de Cloruros, Sales y Sulfatos	16
4.4.	Descripción de los materiales por Excavabilidad	16
5	ANALISIS DE LA CIMENTACION	17
5.1.	Tipo y Profundidad de Cimentación	17
5.2.	Capacidad de Carga Admisible	17
5.3.	Determinación Asentamiento	19
5.4.	Resumen de las condiciones de cimentación	19
6	AGRECIÓN DEL SUELO DE CIMENTACION	20
6.1.	Tratamiento del fondo del canal	21
7	AGUA EN EL SUELO	22
7.1.	Introducción	22
7.2.	Reconocimiento de Aguas Freáticas	22
8	CONCLUSIONES	22
9	RECOMENDACIONES	23

#### ANEXOS

##### ANEXO I:

ENSAYOS DE LABORATORIO

##### ANEXO III:

MATERIAL FOTOGRAFICO

##### ANEXO II:

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

  
  
Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767



El área del proyecto se encuentra entre las coordenadas UTM; N9444292.385 y E632502.353, cuya altitud promedio es de 2378.00 msnm. Se encuentra ubicado en el Sector de Huacapampa, Distrito de Chalaco, Provincia de Morropón – Departamento Piura.

El terreno donde se realiza el estudio comprende una longitud de 0.605 km y una longitud proyectada a construirse de 602.388 m., el cual se podrá plantear como parte de la seguridad de la construcción del canal con los resultados obtenidos de la Capacidad Portante del Suelo.

Se puede apreciar que el área del proyecto ha tenido un uso de canal de riego en estado natural .

### 1.3 Condiciones Climáticas de la zona

El clima de la zona se caracteriza por ser un variable debido a diversos factores, tales como las corrientes marinas, los vientos, la posición geográfica (Latitud y Longitud), etc. El área de estudio se encuentra ubicada en una zona sub – tropical, seca y árida con características similares imperantes en las regiones desérticas donde la temperatura es seca en casi todo el año, con una precipitación pluvial anual de 200mm., aproximadamente, siendo la T° mínima de 18°C y la máxima alcanza 37°C..

Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el fenómeno de “El niño”, en cuyo periodo las lluvias son intensas, alcanzando el promedio de 100 a 476.1 mm/ hora. Cabe indicar que el periodo lluvioso sucede entre los meses de Enero a Abril.

Por lo tanto el consejo consultivo y tecnológico de la Región Grau – CCTERG, recomienda a los sectores públicos, privados y autoridades del comité de Defensa Civil, revisar y ejecutar sus planes de ejecución propuestos que les permitan desarrollar actividades tendientes a mitigar y/o reducir el impacto de eventos lluviosos que afectaría la infraestructura socioeconómica y la seguridad de la población regional.

### 1.4 Topografía:

El relieve en el terreno es de topografía accidentada, con pendientes pronunciadas. El área donde se considera ubicar el proyecto dentro del terreno de estudio cuenta con tramos con una pendiente pronunciada y tramos llanos.

### 1.5 Características Estructurales de la Obra a Cimentar:

Los tipos de canales a cimentar pueden ser (Canales Principales, Canales Laterales, Sublaterales, Ramales, Subramales y Acequias) designa la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo. Con los datos proporcionados por el proyectista se clasifico como **Reservorio y captación este contempla canal Lateral**, clasificada como estructuras especiales el cual determina el número de sondajes en función al tipo de estructura y del área de la superficie a ocupar, indicando 1 (sondaje) por cada 500ml a investigar.

## 2 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

### 2.1. Geomorfología

El área de estudio donde se proyectan la obra de pavimentación se encuentra en una zona cubierta en parte por depósitos de origen aluvial, eólico y fluvial de edad cuaternario reciente. Por debajo de estos, depósitos cuaternarios más antiguo de la naturaleza eólica, aluvial y fluvial; que suprayan a tocas de edad terciaria correspondientes a la formación Zapallal, representado por intercalaciones de areniscas y argilas con restos de agregados calcáreo.



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

### 2.1.1. Formación Zapallal

Constituye la secuencia terciaria de mayor grosor y extensión regional de la Cuenca de Sechura, en el lado Occidental de la Cuenca del Río Piura, litológicamente, se diferencian dos miembros:

El miembro inferior, constituido por una base de yace en contacto gradacional con la formación montera (Acantilado de punta del Zorro, área de Bayovar) y una parte alta que se encuentra e el fondo de la Depreciación Salina Grande (al Sur de la Cuenca). Según Cheney (1961), la parte superior del miembro consiste de tres niveles que de abajo hacia arriba son: Diatomita Tobácea, Zona Mineralizada Diana y Tobas grises.

El miembro superior, constituye la secuencia mejor expuesta de la formación u aflora en las escarpas de abrasión de Tablazo Talara (cercanía de las dunas Julián Grande y Chico en la Depreciación Salina Grande) Chaney (1961), en este miembro identifica cinco paquetes que en orden ascendente son:

La formación Zapallal muestra evidencias de una deposición de aguas someras, por sus características litológicas se deduce que existió variación de facies, desde ambientes neríticos en el oeste hasta semi continentales al Este (Ruegg y Naranjo 1970)

### 2.1.2. Depósitos Cuaternarios

#### 2.1.2.1. Depósitos Aluviales (Qr-al)

Se les encuentra en el curso inferior del Río Piura y en ambas márgenes; en la Depresión de Salinas o Ramón en forma discontinua, en parte cubiertos por arena eólica. Por su litología están constituidas por material conglomerádico inconsolidado, con cantos rodados de rocas tipo cuarcitas, volcánicas y intrusivas provenientes del a Cordillera Occidental.

#### 2.1.2.2. Depósitos Eólicos (Qr-e)

Se les encuentra en el sector orientas de la Planicie Costanera margen izquierda del Río Piura y sector Ñaupe conformando grandes mantos de arena eólica pobremente diagenizada, estabilizados por la vegetación; morfológicamente constituye colinas disectadas por una red fluvial dentrítica, muy características que le da un aspecto de tierras malas (Sector Ñaupe)

#### 2.1.2.3. Depósitos Resientes

##### a) Depósitos Aluviales (Qr-al)

Se les localiza al pie de las estribaciones de la Cordillera Occidental, en los flacos y laderas de los cerros como parte de la meteorización de rocas preexistentes, constituidos por materiales conglomerados polimícticos, poco consolidados, con una matriz tipo areniscas a limo – arcillosa, cuya composición varía de acuerdo al terreno de donde provienen.

##### b) Depósitos Fluviales (Qr-fl)

Se hallan acumulados en el fondo y márgenes de los grandes cursos fluviales, y están constituidos por conglomerados inconsolidados, arenas sueltas y materiales limo arcilloso. Tienen su mayor amplitud en las zonas de valle y llanura; los depósitos más importantes se hallan en el Río Piura.

El área de estudio donde se proyectan la obra de pavimentación se encuentra depósitos aluviales y son subdivido como recientes, y están representados por arenas mal graduadas con limo y presencia de conchuelas.



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

La región donde se ubica la zona de estudio se encuentra en la depresión Para – Andina, limitada por la línea de Costa Pacífica al Oeste y las estribaciones de la Cordillera Occidental al Este, en donde se observan fallas de tipo normal, la depresión se encuentra rellena por materiales de diferentes composición, formando canchales de arcillas, Arenas de origen aluvial, cólico o marino, las que actualmente conforman la llanura costanera, en la que se observan pequeñas depresiones y colinas y que en épocas de grandes avenidas las primeras son inundadas.

## 2.2. Estratigrafía

De acuerdo a los reportes de los estudios para la Carta Geológica Nacional realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a lo largo del área de interés afloran rocas sedimentarias, cuyas edades se hallan comprendidas dentro del Paleozoico Inferior, Terciario Inferior, Medio y Superior, las mismas que se encuentran parcialmente cubiertas en las partes bajas por depósitos cuaternarios poco consolidados antiguos como relativamente recientes.

## 2.3. Geodinámica Externa:

Es la evaluación de los efectos de las fuerzas naturales generadas por la transformación de la superficie terrestre a causa de la acción pluvial, acción marítima y acción eólica.

En Chalaco la acción pluvial es el principal elemento que condiciona los peligros, e indirectamente condiciona parte de la geodinámica interna, este efecto adquiere mayor proporciones cuando se presenta el fenómeno de El Niño (1925,1983,1993,1998), dando origen a cárcavas y surcos de erosión, aumento del caudal de quebradas las cuales producen inundaciones por desbordes. Los fenómenos que se presentan en la ciudad son los siguientes:

- Presencia de Napa freática.
- Fenómeno de Licuefacción de arenas.
- Lagunamientos que afectan la estructura de pavimentación y edificios.
- Erosión.

## 2.4. Geodinámica Interna:

Las fuerzas del interior de la tierra a causa del movimiento de la corteza se manifiestan a través de fenómenos como movimientos sísmicos, actividad volcánica y formación de las cordilleras. Todos ellos determinan la geodinámica interna.

### Sismicidad.

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030), se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Alta Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como de VII a IX en la escala de Mercalli Modificada.

La información geológica y tectónica de la Región Norte es relativamente escasa, por lo cual no es posible definir con certeza la naturaleza y extensión de accidentes tectónicos corticales que le afectan. Sin embargo, debido a la confluencia de las placas tectónicas de Cocos y Nazca, ambas que ejercen un empuje hacia el Continente, a la presencia de Las dorsales Grijalvo y Sarmiento frente al área de Bayovar – Guayaquil, lo cual puede producir una alta sismicidad, por lo que se puede considerar como, potenciales alineaciones sismo tectónicas de gran magnitud como se observa en el siguiente cuadro:



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

Fecha	Magnitud Escalar Richter	Hora Local	Lugar y Consecuencia
Jul. 09 1587	-----	19:30	Sechura destruida, número de muertos no determinado.
Feb. 01 1645	-----	---	Daños moderados en Piura
Ago. 20 1657	-----	---	Fuertes daños en tumbes y corrales
Jul. 24 1912	7,6	---	Parte de Piura destruido
Dic. 17 1963	7,7	12:31	Fuertes daños en tumbes y corrales
Dic. 07 1964	7,2	04:36	Algunos daños importantes en Piura, daños en Talara y Tumbes
Dic. 09 1970	7,6	23:34	Daños en Tumbes, Zorritos, Mancora y Talara

Las limitaciones impuestas por la escasez sísmica en un periodo estadísticamente representativo, restringe el método probabilístico y la escasez de datos tectónico restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico en el Norte del Perú.

J.F Moreano S. (trabajo de investigación docente UNP, 1994) establece la siguiente ecuación mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la ley de recurrencia:  $Long = 2.08472 - 0.31704 \pm 0.15432 M$ . una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el periodo medio de retorno par sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 Mb Se puede observar en el siguiente cuadro:

Magnitud Mb	Probabilidad de Ocurrencia			Periodo medio de retorno (años)
	20 (años)	30 (años)	40 (años)	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

#### 2.4.1. PARÁMETROS PARA DISEÑO SISMO – RESISTENTE

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica para el territorio Peruano (Normas técnicas de Edificaciones E.030 para diseños Sismo resistente), el área de estudio se ubica en la Zona 04, cuyas características principales son:

- Sismos de Magnitud VII MM
- Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX
- El mayor peligro sísmico de la región está representado por 4 tipos de efectos siguiendo el posible orden (Kusin, 1978):

- Temblores superficiales debajo del Océano Pacífico.
- Terremotos profundos con hipocentros debajo del continente.



Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

- Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes Occidentales.
- Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y la falla Huaiyira de actividad geotectónica.

La fuerza horizontal o cortante basal ( $V$ ) debido a la acción sísmica se determinará de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente E-030 según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde:

$V$  = CORTANTE BASAL

$Z$  = FACTOR DE ZONA

$U$  = FACTOR DE USO

$S$  = FACTOR DE AMPLIACION DEL SUELO

$C$  = FACTOR DE APLICACION SISMICA

$R$  = COEFICIENTE DE REDUCCION

$P$  = PESO DE LA EDIFICACION

De la norma Técnica de Edificaciones E.030 para Diseños Sismo resistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la Zona de estudio:

El factor de zona depende de la zona sísmica donde se encuentra ubicada la edificación.

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diversas características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos.

Según los mapas de zonificación sísmica y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las normas sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el distrito y provincia de Huancabamba, se encuentra comprendida en la ZONA 4, correspondiente a una sísmicidad alta y de intensidad VII a IX en la escala de Mercalli Modificada. Cor respondiéndole un factor de zona  $Z = 0,45$ .

El factor de uso depende de la categoría de la edificación, la cual para nuestro caso se le califica como categoría B, correspondiéndole un valor de  $U = 1,3$ .

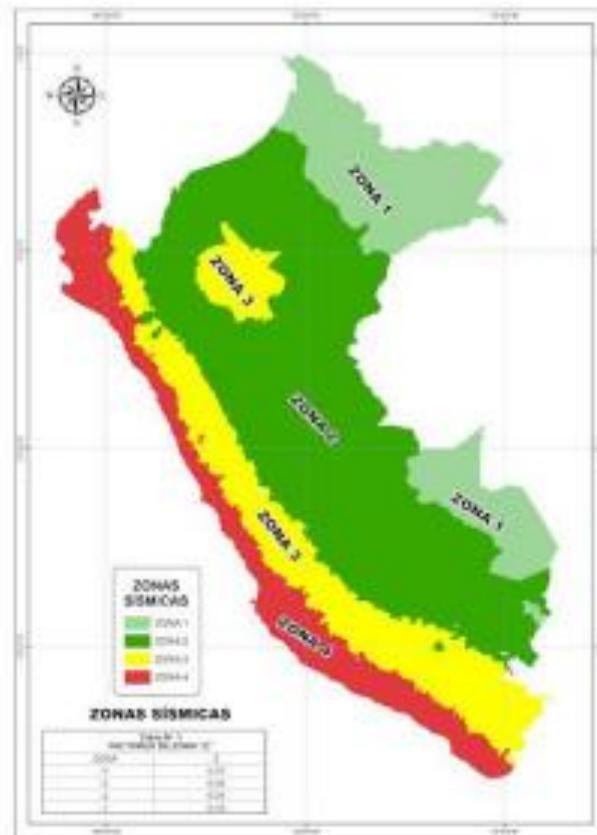
El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno estudiado, clasificaremos a los suelos como tipo  $S_2$ , suelo intermedios, correspondiéndole un valor de  $S = 1,05$ .

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura ( $T$ ), y del período predominante de vibración del perfil del suelo  $T_d(S)$  y  $T_1(S)$ , recomendándose para estos últimos un valor de  $T_d(S) = 0,6$  y  $T_1(S) = 2,0$  segundos.

FACTORES	VALORES
1.- factor de Zona ( $Z$ )	$Z=4 : 0,45g$
2.- Factor de Suelo ( $s$ ) y período que define la plataforma del espectro ( $T_s$ )	Tipo : $S_2$
	$S : 1,05$
	$T_s : 0,6 \text{ seg}$
3.- Factor de Uso e Importancia ( $U$ )	Categoría : <b>B</b>
	$U : 1,3$



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767



## 2.5. Análisis de Licuación de Suelos:

En suelos granulares finos ubicados bajo Napa freática y algunos suelos cohesivos, las vibraciones sísmicas pueden originar el fenómeno denominado licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos originada por la vibración que produce el sismo. Esta pérdida de resistencia al corte genera grandes asentamientos que ocurren durante el sismo ó inmediatamente después de éste.

Sin embargo, para que un suelo granular, en presencia de un sismo, sea susceptible a licuar debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- Debe estar constituido por arena fina, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- Debe encontrarse sumergido (Napa freática).
- Su densidad relativa debe ser baja.

Además si se encuentran suelos finos cohesivos que cumplan simultáneamente con las siguientes condiciones:

- Porcentaje de partículas más finas que 0,005m  $\leq$  15%
- Límite Líquido  $\leq$  35
- Contenido de Humedad  $>$  0.9L.L.

  
 Ing. Shain Talledo Silva  
 CIP: 194767

El área de estudio se caracteriza por contener entre sus estratos arenas limosas, y una graba limosa, de mediana a regular comprensibilidad; se evidenció napa freática en las calicatas realizadas, y su densidad relativa es media. Esto en los estratos que se está considerando como suelo de cimentación.

Por lo que, al no cumplirse simultáneamente con las condiciones antes mencionadas en estos estratos se puede deducir que el suelo será susceptible de licuar durante un sismo.

### 3. METODOLOGIA DE INVESTIGACION

#### 3.1. Trabajos de Campo

Se efectuaron trabajos de exploración con el fin de conocer las características del sub-suelo, en base a excavación de calicatas, muestreo y descripción de suelos. Para los fines propuestos, se realizó lo siguiente:

##### 3.1.1. Calicatas o Pozos de Exploración

Se realizaron dos (02) prospecciones, o pozos de exploración "a cielo abierto", las cuales fueron ubicadas convenientemente a través de un reconocimiento de campo en el área donde se proyecta la edificación de las estructuras hidráulicas y con secciones de  $a=1.00m$ ;  $L=1.00m$  y profundidades suficientes de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el Proyecto.

Estos sondajes se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura.

La excavación alcanzó la siguiente profundidad:

Nº Calicata	Profundidad (m) A cielo abierto	Nivel Freático (m.s.n.m.)
C-1	2.00	1.50
C-2	2.50	1.50


Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

##### 3.1.2. Muestreo y Registros de Exploración

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado población<sup>9</sup>, tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas.

Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, Horizontalmente, de manera transversal al paisaje y, verticalmente, más abajo del perfil del suelo.

Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno.

Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración. El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten. No existen un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

#### a) Calicatas

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

#### b) Muestra alteradas

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.

**Muestras en bolsas:** Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

#### c) Muestra inalteradas.

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha.

Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida.

Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberían tomarse apenas excavadas las calicatas, en especial cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad. En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calicata menos expuesta al sol y debe excavarse el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad.

No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos. En las calicatas, es posible realizar ensayos in situ tales como las pruebas de carga con placas, CBR, permeabilidades, medidas de densidad, etc. Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma.

Cada vez que sea necesario realizar un ensayo in situ en una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación. Es así como la toma de densidades obliga a realizar éstas a medida que la excavación se realiza, o bien es necesario dejar bancos intermedios.



Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

El muestreo es tan importante como el ensayo y se deben tomar las precauciones para obtener muestras que exhiban la naturaleza real y condiciones de los suelos que se representan. Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras proyectadas.

Dentro de los trabajos exploratorios se realiza una prospección visual manual, para obtener algunos parámetros en campo como son:

- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas. En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco:10-20 %, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.
- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.
- **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.
- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.

La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado. Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrómetro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.

- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Deben usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.
- **Nombre local:** El uso de nombres típicos tales como caliche, maicillo, pumicita, cancagua, etc., además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales.

Previamente se identificaron los suelos, mediante procedimientos manuales de campo, tales como la dilatación (reacción de agitación), la resistencia en estado seco (característica de rompimiento).

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelo, a cargo del Ingeniero David Eduardo Encalada Frias y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta.

Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

### 3.2. Fase de laboratorio

Las muestras obtenidas en el campo fueron llevadas al laboratorio con el objeto de determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Los ensayos de laboratorio en las muestras obtenidas en el campo se realizaron siguiendo las normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM), las cuales se detallan a continuación:

- Análisis Granulométrico	ASTM D 422
- Ensayo de Compactación Proctor Modificado	ASTM D 1557
- Ensayo de Compactación Proctor estándar	ASTM D 698
- Contenido de Humedad	ASTM D 2216
- Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	ASTM D 2487
- Clasificación de Suelos (AASHTO)	ASTM D 2487
- Descripción Visual-Manual	ASTM D 2488
- Límites de atterberg	ASTM D 4318
- Gravedad Específica de los Sólidos	ASTM D-854
- Densidades Naturales	ASTM-T191-61

### 3.3. Fase de Gabinete

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico final que incluye: Análisis del perfil estratigráfico, cálculo de la capacidad portante, así como profundidad de desplante de las estructuras y conclusiones y recomendaciones constructivas.

Se incluye además anexos que contienen los resultados obtenidos en Campo y Laboratorio, ábacos y un plano de ubicación de calicatas; así como un panel fotográfico que corrobora la estratigrafía encontrada.

## 4 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL AREA

### 4.1. Fase de Gabinete

De acuerdo a la descripción visual de los materiales de las calicatas, se han determinado y clasificado los tipos de suelos según sus parámetros texturales, (tamaño y forma del grano, selección, color, dureza, resistencia, etc). Así tenemos que en la zona de existen los siguientes tipos de suelos:

### 4.2. Presencia de Nivel Freático

La presencia del nivel freático en el área de estudio no se presentó hasta la profundidad de 1.50 m para Calicata C-1, y a 1.50m para calicata C-2.



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

#### 4.3. Resultados de Ensayos de Laboratorio

- 4.3.1. Contenido de Humedad Natural ASTM -D-2216:** Que es un ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.
- 4.3.2. Gravedad específica de los sólidos ASTM D-854:** Mediante este ensayo se determina el peso específico de las sustancias sólidas existentes en suelos y rocas los que muestran valores, que fluctúan de acuerdo a la compacidad del suelo y contenido mineral.
- 4.3.3. Densidades naturales ASTM-T 191-61:** Este ensayo se realiza para tomar la densidad IN SITU de los suelos. El método utilizado fue el peso volumétrico los ensayos muestran valores en función a su contenido de humedad y compacidad natural.

Muestra	Profund. Muestreo m.	Parámetros de estado			Referencia
		w %	$\gamma_d$ gr/cm <sup>3</sup>	$\gamma_s$ gr/cm <sup>3</sup>	
C-01	0.65 - 1.20	31.42	1.514	1.252	-----
C-02	0.40 - 0.80	22.51	1.614	1.269	-----

- 4.3.4. Análisis granulométrico por tamizado ASTM-D-422:** Este ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco permite identificar a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.
- 4.3.5. Límite de Consistencia AASHO 89 - 60:** (Límite líquido. ASTM D-423, Límite plástico. ASTM D-424): Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo Cohesivo, los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40. La obtención de los límites líquidos y plástico de una muestra de suelo permiten determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad. En el área de estudio se encontró suelos del tipo arcillosos y Arena arcillosos donde se realizó el ensayo resultando valores que indica plasticidad mediana a alta.
- 4.3.6. Clasificación De Suelos.-** En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos, para ello se ha empleado los sistemas SUCS y AASHTO para luego correlacionados de acuerdo a las características texturales similares, lo cual se consigna en el perfil estratigráfico correspondiente.

El Análisis granulométrico por tamizado conjuntamente con el ensayo de plasticidad nos permite la clasificación de los suelos;

Muestra	Profundidad de Muestreo m.	Parámetros de Identificación						Clasificación de Suelos	
		Análisis granulométrico			Límites de consistencia			SUCS	AASHTO
% grava	% Arena	% pasa 200	Límite líquido %	Límite Plástico %	Índice plasticidad %				
C-01	0.65 - 1.50	36.7	63.3	16.6	46.68	31.66	15.03	A-2-7(0)	SM
C-02	0.40 - 1.50	47.4	52.6	29.9	39.48	26.59	12.89	A-2-6(0)	GM

- 4.3.7. Relación Densidad Humedad:** Estas propiedades de los suelos naturales se han obtenido mediante el método de Compactación Proctor modificado (METODO AASTHO T-99) ensayo Proctor Standard (ASTM D1557-D698) que Determinan el estado de densidad de un suelo con respecto a sus densidades máximas y mínimas y los resultados muestran valores similares, en función a la naturaleza de los suelos.



Ing. Shain Taliedo Silva  
CIP: 194767

Tipo de suelo	Densidad Máxima (kg/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima (%)
Arena Limosa	1.775	16.30
Graba Limosa	1.995	11.96

#### 4.3.8. Análisis de Cloruros, Sales y Sulfatos.

CALCATA	Cloruros (p.p.m)	Sulfatos (p.p.m)
C-01	720	580
C-02	635	450

#### 4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES POR EXCAVABILIDAD.

Para los efectos de determinar el costo de ejecutar una excavación se establece otra clasificación, basada en la mayor o menor dureza del terreno, y que debe ser usada para la cubicación de los movimientos de tierra, pues de esta clasificación dependerán los medios necesarios para realizar la excavación las que varían con la naturaleza del terreno, que desde este punto de vista, se pueden clasificar en:

a) **Excavación en terreno blando.** Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente de la pala. El material del suelo puede ser de tipo arenoso, arcilloso o limoso, o una mezcla de estos materiales; también puede contener materiales de origen orgánico. Material suelto.

b) **Excavación en terreno semiduro.** Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente de picota. El material puede ser en tal caso una mezcla de grava, arena y arcilla, moderadamente consolidada, o bien una arcilla fuertemente consolidada. Material suelto.

c) **Excavación en terreno duro.** Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente de la chuzo. El material puede ser una mezcla de grava, arena y arcilla, fuertemente consolidada. Roca fracturada o roca suelta.

d) **Excavación en terreno muy duro.** Puede ser ejecutada valiéndose necesariamente del uso de maquinaria especializada. El tipo de material puede ser una roca semi-descompuesta. Roca fracturada o roca suelta presentan mediana dificultad en el corte con tractor y ripper. En casos especiales cuando los bloque mayores están inalterados se requiere voladura con dinamita para la fragmentación

e) **Excavación en roca.** La que precisa para su ejecución del uso de explosivos. El material puede estar constituido por un manto de roca, o por piedras de gran tamaño, que no pueden ser removidas mediante el uso de maquinaria. Roca basamento inalterada o roca fija.

La descripción de los materiales en el campo han sido identificadas a través de mapas geológicos y en cortes naturales y artificiales, así como el análisis de las muestras obtenidas en las calcatas, que se clasifican en el cuadro adjunto determinado los porcentajes, para ser considerados en los trabajos de excavación.

Según el cuadro arriba descrito los trabajos de Excavación se realizaran en terreno semiduro en donde predominan las arcillas fuertemente consolidadas.



Ing. Shain Taliedo Silva  
CIP: 194767

## 5 ANALISIS DE CIMENTACION

### 5.1. Tipo y Profundidad de Cimentación

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, descripción de los perfiles estratigráficos, características del proyecto y al análisis efectuado, se concluyen que la cimentación será superficial.

- El factor de seguridad a utilizar en la determinación de la Capacidad Última de carga es de 3.

### 5.2. Capacidad de Carga Admisible

Se ha determinado la capacidad portante del terreno basándose en las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones para la cimentación.

- Para calcular la capacidad portante en suelos arenosos se emplea la formula dada Terzaghi y corroborada por Meyerhof.; ya que se considera que la **cohesión es igual a cero (0)**,

Para zapatas:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left( \frac{2}{3} CN'c + \gamma_1 Df N'q + 0.4 B \gamma_2 N'q \right) \dots (1)$$

Para cimientos corridos:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left( CN'c + \gamma_1 Df N'q + 0.5 B \gamma_2 N'q \right) \dots (2)$$

De acuerdo a la siguiente formulas:

$q_{ad}$	=	capacidad admisible de carga	 Ing. Shain Talledo Silva CIP: 194767
$\gamma_1$ y $\gamma_2$	=	densidades.	
$C$	=	cohesión	
$B$	=	ancho del cimiento	
$Df$	=	profundidad de cimentación	
$N'c, N'q, N'q$	=	factores de capacidad de carga para una falla general	
$Fs$	=	factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente:	

- Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
- Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad ultima del suelo.
- Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la construcción.
- Excesivo asentamiento en suelos comprensibles que haría fluir el suelo cuando este está próximo a la carga critica a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos  $Fs = 3$ , valor establecido para estructuras permanentes.

De acuerdo a lo verificado In Situ, confirmado en Laboratorio, se han obtenido los siguientes valores:

Muestra	Profund. Muestreo m.	$\gamma_d$ gr/cm <sup>3</sup>	Parámetros de estado		
			cohesión	ángulo Fricción	$\gamma$ máxima proctor gr/cm <sup>3</sup>
C-01	0.85 - 1.50	1.232	0	32	1.775
C-02	0.40 - 1.50	1.289	0	34	1.995

Reemplazando valores se obtiene:

#### PARA CALICATA C-1

##### a) Cálculo de la Capacidad Admisible para Zapatas Cuadradas

Df m	B m	$\phi$	$q_{ul}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$q_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
0.80	1.20	32	1.459	0.486
1.00	1.20	32	1.705	0.568
1.50	1.20	32	2.321	0.774
2.00	1.20	32	2.937	0.979
0.80	1.50	32	1.577	0.526
1.00	1.50	32	1.823	0.608
1.50	1.50	32	2.439	0.813
2.00	1.50	32	3.055	1.018
0.80	2.00	32	1.774	0.591
1.00	2.00	32	2.020	0.673
1.50	2.00	32	2.636	0.879
2.00	2.00	32	3.252	1.084

#### PARA CALICATA C-2

##### b) Cálculo de la Capacidad Admisible para Zapatas Cuadradas

Df m	B m	$\phi$	$q_{ul}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$q_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
1.00	1.20	34	2.166	0.722
1.50	1.20	34	2.939	0.980
2.00	1.20	34	3.712	1.237
2.50	1.20	34	4.486	1.495
1.00	1.50	34	2.320	0.773
1.50	1.50	34	3.094	1.031
2.00	1.50	34	3.867	1.289
2.50	1.50	34	4.640	1.547
1.00	2.00	34	2.576	0.859
1.50	2.00	34	3.351	1.117
2.00	2.00	34	4.125	1.375
2.50	2.00	34	4.898	1.633



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

### 5.3. Determinación del Asentamiento

En los análisis de cimentación, se distinguen dos clases de asentamientos, totales y diferenciales, de los cuales, estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura.

La presión admisible por asentamiento, es aquella que al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura.

El asentamiento, se ha calculado mediante la teoría elástica, que está dado por la fórmula:

$$S = \frac{q_u B (1 - \mu^2) N}{E_s}$$

Dónde:

- S = Asentamiento (cm)
- $q_u$  = Capacidad última de carga (Kg/cm<sup>2</sup>)
- B = Ancho del área cargada (cm)
- $\mu$  = Módulo de Poisson
- $E_s$  = Modulo de Elasticidad del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>)
- N = Valor de influencia que depende de la relación largo a ancho (L/B) del área cargada.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga. A continuación se presenta los siguientes cálculos.

#### Calicata C-1

Df m	$q_u$ kg/cm <sup>2</sup>	B cm	$\mu$	ES	N	S cm
2.00	1.084	200	0.25	200	0.56	0.57

#### Calicata C-2

Df m	$q_u$ kg/cm <sup>2</sup>	B cm	$\mu$	ES	N	S cm
2.50	1.633	200	0.25	500	0.56	0.34

Por tanto el asentamiento máximo en esta zona será de 0.12cm, inferior al asentamiento permisible 1.20 cm. (L/500 según la Norma E.50, para el limite seguro para edificios en los que no se permiten grietas; L = 6.00 m); razón por la que concluimos que no existe problemas por asentamientos.

### 5.4. Resumen de las condiciones de cimentación

#### PARA CALICATA - 1

*Tipo de Cimentación:*

Cimentación corrida.



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

**Estrato de Apoyo de la Cimentación:**

SM - Arena Limosa.

**Parámetros de diseño:**

Df : 2.00 m.  
Qadm. : 1.084Kg/cm<sup>2</sup>  
F.S. : 3.0  
Asent. Difer. : 0.57 cm.

**PARA CALICATA - 2**

**Tipo de Cimentación:**

Cimentación corrida.

**Estrato de Apoyo de la Cimentación:**

GM - Graba Limosa.

**Parámetros de diseño:**

Df : 2.50 m.  
Qadm. : 1.633Kg/cm<sup>2</sup>  
F.S. : 3.0  
Asent. Difer. : 0.34 cm.



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

**6 AGRESION DEL SUELO DE CIMENTACION**

La acción química del suelo sobre la estructura puede ocurrir a través del agua subterránea que se filtra; por esta razón se puede presentar un deterioro bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento respectivamente.

**ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION**

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	p.p.m	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
*SULFATOS	0 – 1,000 1,000 – 2,000 2,000 – 20,000 >20,000	LEVE MODERADO SEVERO MUY SEVERO	Ocasionan un ataque químico a la cimentación
**CLORUROS	>6,000	PERJUDICIAL	Ocasionan problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
**SALES SOLUBLES	>15,000	PERJUDICIAL	Ocasionan problemas de pérdidas de resistencia mecánica por problema de lixiviación

\* Comité 318-83 ACI

\*\* Experiencia a Existente

De los resultados de las muestras obtenidas de las calicatas 01, 02, 03 y 04 para efectos de este informe se han seleccionado las muestras representativas de cada calicata en donde arroja los siguientes valores:

#### CALICATA 01

Reporte de resultados	%	ppm
• Contenidos de sulfatos	= 0.07	720.00
• Contenido de Cloruros	= 0.05	635.00
• Contenido de sales solubles totales	= 0.14	1420.00

#### CALICATA 02

Reporte de resultados	%	ppm
• Contenidos de sulfatos	= 0.05	450.00
• Contenido de Cloruros	= 0.06	635.00
• Contenido de sales solubles totales	= 0.11	1120.00

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto y acero, pudiéndose utilizar por lo tanto Cemento Pórtland tipo I en la fabricación del concreto.

Del Cuadro (resultados de análisis químicos), observamos que la concentración de sales cloruros en todas las calicatas, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo el valor obtenido igual a 635 ppm que corresponde a las calicata C-2, menor que 6000ppm (valor permisible para cloruros), por lo que **no ocasionará un ataque por corrosión** del acero del concreto de la cimentación.

De igual manera observamos que la concentraciones de sales sulfatos, se encuentran en un nivel moderado, siendo el valor obtenido igual a 720 ppm que corresponde a las calicata C-1, que se encuentra entre los niveles de 1000 – 2000 ppm, por lo que no va a ocasionar un **ataque moderado al concreto de la cimentación**.

De igual manera observamos que la concentraciones de sales solubles, se encuentran en un nivel no perjudicial, siendo el valor obtenido igual a 1420 ppm que corresponde a la calicata C-1, por lo que no va a ocasionar una **pérdida de resistencia mecánica**.

Por todo lo expuesto se concluye usar el **cemento tipo MS** de moderada resistencia a los sulfatos como medida preventiva, para todas estructuras que conformaran la cimentación.

#### 6.1. Tratamiento del fondo del Reservorio

En el caso del fondo del Reservorio se deberá seguir el siguiente tratamiento:

Se deberá colocar un mejoramiento de suelo considerado sobre el fondo de cimentación, una capa de 30cm de over mayor de 3", luego de esta se colocara una capa de un espesor de 0.30m de material hormigón granular de río, debido a la presencia de nivel freático y el tipo de suelo de la sub rasante, luego de esta se procederá a colocar la estructura de cimentación.

El relleno de la cimentación se deberá de realizar **con hormigón granular** (hormigón de río) hasta el nivel de la Napa freática.



Shain Taliedo Silva  
CIP: 194767

## 7 AGUA EN EL SUELO

### 7.1. Introducción

Después de haber analizado las propiedades más importantes y necesarias para una identificación y clasificación de los suelos, se sigue con el estudio de las propiedades mecánicas relacionadas con una de sus fases, la fase líquida, que generalmente se refiere al agua en sus diferentes formas o estados.

Las aguas Freáticas, son entonces las aguas que encontramos cuando el suelo está saturado, y están por debajo de este nivel freático.

### 7.2. Reconocimientos de Aguas Freáticas

En el campo podemos conocer el nivel del agua freática abriendo un hueco en la tierra, de tal manera que podamos ver dentro (50 x 50 centímetros), y esperar que el nivel del agua se estabilice. De esta forma podemos después de una hora más o menos, que el nivel donde tenemos el agua será el nivel freático, para poder saber dónde se encuentra el nivel freático simplemente se toma la distancia de la superficie de la tierra, al punto donde el suelo está saturado, hallamos el Nivel Freático.

El punto donde el suelo está saturado de agua, se puede hallar por medio del ensayo de Contenido de Humedad, el cual nos permite Saber, que porcentaje de agua hay en los vacíos del suelo, y cuando este porcentaje sea el 70% al 80%, querrá decir que este suelo está saturado, estando dentro de las aguas freáticas.

Durante la realización del presente informe se realizaron calicatas a en diferentes puntos a fin de determinar la profundidad del nivel freático con respecto a la topografía del terreno y se detectó la presencia de la misma hasta la profundidad 1.50m para la calicata C-1 y C-2

## 8 CONCLUSIONES

- 8.1. El terreno evaluado es de mediana capacidad de soporte al estar constituidos por suelos de naturaleza arcillas limosas de mediana compresibilidad.
- 8.2. El nivel freático se encuentra a la profundidad de 1.50 para la calicata C-1; y 1.50 para C-2.
- 8.3. El material predominante en el suelo de fundación es el de Arenas limosas y Graba limosa de mediana y alta compresibilidad.
- 8.4. El Estudio de suelos nos indica que el asentamiento máximo en esta zona será de 0.26 cm, el asentamiento permisibles es 1.20 (L/120, según Norma E-50 para el limite seguro para edificaciones que no se permiten grietas, L=6.00 m), razón por lo que señala que no existen problemas por asentamiento.
- 8.5. En lo referente a la sismicidad del área de estudio, esta se encuentra ubicada dentro de la Zona Sísmica 4 (zona de Sismicidad Alta), por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de mediana y alta magnitud.
- 8.6. Se concluye que el suelo presenta riesgo de licuefacción leve.



Ing. Shain Talledo Silva  
CIP: 194767

## 9 RECOMENDACIONES

- 9.1. El tramo se encuentra ubicado en zona de costa por lo cual es indispensable el cumplimiento irrestricto de todas las recomendaciones expuestas en el estudio, con el propósito de evitar fallas asociadas a cambios de volumen del terreno de fundación.
- 9.2. De acuerdo a los resultados de los análisis químicos, es necesario utilizar cemento tipo MS (que presenta una moderada resistencia a los Sulfatos) en las estructuras de cimentación ya que se evidencio un moderado porcentaje de contenido de estos.
- 9.3. Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño a la profundidad de 1.50m y 1.50m:
  - De la C-01 Recomendamos como valor único de diseño  $q_{ad} = 1.084 \text{ kg/cm}^2$
  - De la C-02 Recomendamos como valor único de diseño  $q_{ad} = 1.633 \text{ kg/cm}^2$
- 9.4. Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
- 9.5. Los elementos estructurales deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural de la obra civil y el área de cimentación), sea inferior o cuando máximo igual a la capacidad admisible del terreno de fundación.
- 9.6. Los asentamientos producidos debido a la sollicitación de las cargas actuantes serán absorbidas por la cimentación propuesta.
- 9.7. Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de los cimientos y zapatas, en especial a los agregados (piedra y arena).
- 9.8. Si en el periodo de diseño se hacen cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias con las condiciones del subsuelo establecidas en este informe, se debe comunicar a un especialista en mecánica de suelos para evaluar las recomendaciones de este informe.
- 9.9. **Sismicidad según el ítem 2.2 del presente informe**  
Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser sísmicos. Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diversas características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Según los mapas de zonificación sísmica y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas sísmo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el sector de Cumbibira, perteneciente al distrito de Catacaos perteneciente a la provincia de Piura y región Piura, se encuentra comprendida en la zona 4, correspondiente a una sísmicidad alta y de intensidad VII a IX en la escala de Mercalli Modificada.

Las conclusiones y recomendaciones presentes, solo se aplican al terreno estudiado, no pudiendo aplicarlas para otros fines o a otros sectores.



Ing. Shain Taliedo Silva  
CIP: 194767

Anexo 10. Certificado de calibración del equipo.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2862-2023**

Página : 1 de 2

**Expediente** : 244-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-08-18

**1. Solicitante** : LABORATORIO Z Y M

**DIRECCION** : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. Instrumento de Medición** : **MARTILLO PROCTOR**

**Capacidad** : **10 lb**

**Marca** : **NO INDICA**

**Serie** : **NO INDICA**

**Material** : **HIERRO**

**Color** : **PLATEADO**

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA  
**15 - AGOSTO - 2023**

**4. Método de Calibración**  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22-C-0234-2022	INACAL - DM
REGLA	MITUTOYO	1AD-1577-2022	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM-002-2023	PUNTO DE PRECISIÓN

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,8	26,8
Humedad %	69	69

**7. Observaciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2862-2023

Página : 2 de 2

**Resultados de Verificación**

MEDICIONES	ALTURA DE CAIDA	PESO	DIAMETRO DE CARA DE IMPACTO
	mm	g	mm
1	453	4525,36	49,60
2	454	4525,36	49,79
3	453	4525,36	49,94
4	454	4525,36	49,98
5	454	4525,36	49,90
6	454	4525,36	49,86
PROMEDIO	453,7	4525,36	49,85
ESTANDAR	457,2	4536,4	50,80
TOLERANCIA ±	1,3 mm	9 g	0,13 mm
ERROR	-3,5 mm	-11,04 g	-0,95 mm

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2886-2023

Página 1 de 3

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisión : 2023-08-16

1. Solicitante : LABORATORIO Z Y M  
Dirección : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

2. Instrumento de medición : TAMIZ  
Marca : ORION  
Modelo : NO INDICA  
Número de serie : SIN 21U31  
Valor de abertura : 850  $\mu\text{m}$   
N° de Tamiz : No. 20  
Diámetro del alambre : 500  $\mu\text{m}$   
Material : BRONCE  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de calibración : 2023-08-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

#### 4. Lugar de calibración

CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental ( °C)	26,9	26,9
Humedad relativa ( %hr )	66	66

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2886-2023

Página 2 de 3

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm.	LLA-068-2022

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 80 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

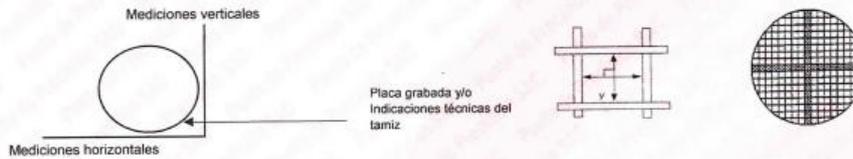
8. Resultados de medición

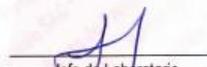
	Valor nominal de apertura (µm)	Promedio de mediciones (µm)	Error encontrado (µm)	Incertidumbre de medición (µm)	Error máximo permitido (µm)
Horizontal	850,0	849,6	-0,4	3,1	26,2
Vertical		846,6	-3,4	2,9	26,2

	Abertura máxima permitida (µm)	Abertura máxima encontrada (µm)	Máxima desviación permitida (µm)	Desviación estándar encontrada (µm)
Horizontal	964,00	860,96	35,25	8,49
Vertical		861,96		7,26

	Valor nominal del diámetro (µm)	Promedio de mediciones (µm)	Error encontrado (µm)	Incertidumbre de medición (µm)
Horizontal	500,0	487,6	-12,4	2,9
Vertical		479,2	-20,8	2,6

	Diámetro Máximo permitido (µm)	Diámetro Máximo encontrado (µm)	Diámetro Mínimo permitido (µm)	Diámetro Mínimo encontrado (µm)
Horizontal	580,0	510,0	430,0	469,0
Vertical		495,0		469,0



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2886-2023

Página 3 de 3

### ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 850 µm						MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 850 µm					
Las mediciones se realizaron en las unidades de µm.						Las mediciones se realizaron en las unidades de µm.					
845,0	850,0	842,0	855,0	859,0	861,0	855,0	850,0	835,0	839,0	844,0	839,0
850,0	850,0	846,0	856,0	825,0	835,0	837,0	848,0	844,0	848,0	852,0	843,0
842,0	839,0	847,0	856,0	852,0	857,0	850,0	850,0	841,0	846,0	854,0	851,0
845,0	849,0	850,0	861,0	842,0	845,0	857,0	862,0	851,0	862,0	835,0	848,0
856,0	847,0	856,0	835,0	839,0	861,0	844,0	848,0	857,0	839,0	852,0	857,0
842,0	856,0	856,0	855,0	848,0	845,0	848,0	835,0	837,0	837,0	839,0	846,0
850,0	856,0	849,0	842,0	857,0	856,0	850,0	835,0	844,0	841,0	850,0	857,0
861,0	852,0	845,0	849,0	859,0	861,0	857,0	862,0	850,0	851,0	851,0	843,0
842,0	849,0	842,0	842,0	861,0	848,0	848,0	852,0	837,0	844,0	851,0	848,0
852,0	852,0	856,0	852,0	855,0	848,0	852,0	857,0	854,0	839,0	844,0	837,0
839,0	855,0	850,0	861,0	855,0	850,0	852,0	851,0	835,0	839,0	839,0	835,0
845,0	861,0	825,0	861,0	848,0	825,0	839,0	846,0	843,0	850,0	844,0	835,0
859,0	850,0	849,0	856,0	847,0	835,0	848,0	850,0	850,0	854,0	839,0	852,0
845,0	861,0	---	---	---	---	854,0	841,0	---	---	---	---

FIN DEL DOCUMENTO



*[Signature]*  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACI3N

### CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP-644-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisi3n : 2023-08-18

1. Solicitante : LABORATORIO Z Y M  
Direcci3n : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medici3n : MAN3METRO DE DEFORMACI3N EL3STICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2,1 bar  
Divisi3n de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar  
Clase de Exactitud : NO INDICA  
Marca de Man3metro : WINTERS  
Modelo de Man3metro : PFQ SERIES  
Serie de Man3metro : NO INDICA  
Posici3n de Trabajo : HORIZONTAL

Marca de Botella : NO INDICA  
Modelo de Botella : NO INDICA  
Serie de Botella : MH-394  
Material de Botella : ALUMINIO

El Equipo de medici3n con el modelo y n3mero de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Direcci3n de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son v3lidos en el momento y en las condiciones de la calibraci3n. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecuci3n de una recalibraci3n, la cual est3 en funci3n del uso, conservaci3n y mantenimiento del instrumento de medici3n o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretaci3n de los resultados de la calibraci3n aquí declarados.

#### 4. Lugar y fecha de Calibraci3n

CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA  
16 - AGOSTO - 2023

#### 5. M3todo de Calibraci3n

Se utiliz3 el m3todo de comparaci3n directa, seg3n el procedimiento de calibraci3n PC-004.

#### 6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANOVACU3METRO	ADDITEL	PR23-C-0108-2023	INACAL - DM

#### 7. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	37,4	27,4
Humedad %	64	65

#### 8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la p3gina 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medici3n se determin3 con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%  
Con fines de identificaci3n se coloc3 una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicaci3n "CALIBRADO"



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los 3ngeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-644-2023

Página : 2 de 2

**Resultados**

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
	ASCENSO	DESCENSO	DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
			ASCENSO	DESCENSO	
psi	psi	psi	psi	psi	psi
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	4,7	4,6	0,3	0,4	-0,1
10	9,5	9,4	0,5	0,6	-0,1
15	14,4	14,4	0,6	0,6	0,0
20	19,3	19,2	0,7	0,8	-0,1
25	24,3	24,1	0,7	0,9	-0,2
30	28,8	28,9	1,2	1,1	0,1

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	1,2	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	-0,2	psi

La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

**EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD**

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	1,8
3	2,8
4	3,6
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7,8
9	8,8
10	9,8
11	10,6
12	11,6
13	12,6
14	13,4
15	14,2
16	15,2
17	15,8
18	16,8
19	17,6
20	18,6

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-466-2023

Página 1 de 5

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisión : 2023-08-18

1. Solicitante : LABORATORIO Z Y M  
Dirección : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

Marca : PyS EQUIPOS  
Modelo : STHX - 1A  
Número de Serie : 15118  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL  
Alcance del Indicador : NO INDICA  
Resolución del Indicador : 0,1 °C  
Marca del Indicador : AUTCOMP  
Modelo del Indicador : TCD  
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL  
Alcance del Selector : NO INDICA  
División de Escala : 0,1 °C  
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5°C

Fecha de calibración : 2023-08-15

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

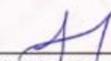
3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

CALLE JUAN VELASCO ALVARADO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-466-2023  
Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	27,1	27,2
Humedad relativa (%hr)	69,0	67,0

### 6. Trazabilidad

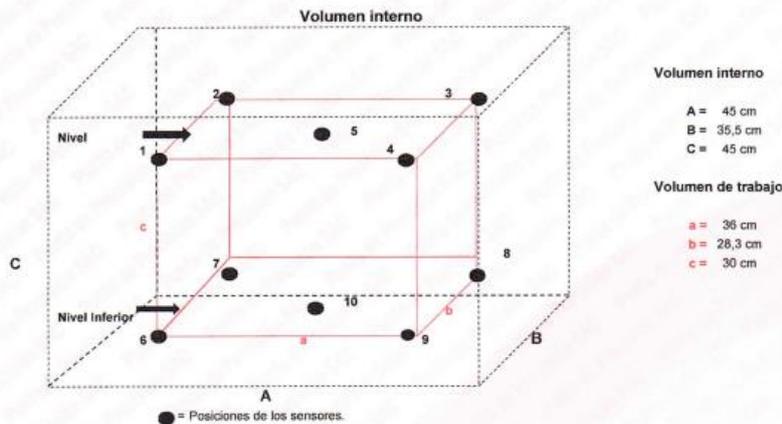
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C.	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en tazón de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 115 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.  
a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.  
Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 8,5 cm  
Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 6,5 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-466-2023  
Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

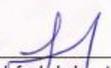
Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	115,0	104,1	105,4	105,4	107,0	107,1	112,6	108,6	113,2	113,4	109,3	108,6	9,4
00:02	114,9	103,7	105,0	105,0	106,6	106,7	112,1	108,0	112,7	112,8	108,7	108,1	9,2
00:04	114,8	103,5	104,6	104,6	106,2	106,3	111,7	107,8	112,3	112,5	108,4	107,8	9,1
00:06	115,0	104,2	105,5	105,4	107,0	107,2	112,6	108,6	113,2	113,4	109,2	108,6	9,3
00:08	115,1	104,4	105,7	105,5	107,2	107,4	112,7	108,7	113,4	113,5	109,4	108,8	9,2
00:10	115,2	104,4	105,9	105,6	107,3	107,4	112,6	108,8	113,5	113,5	109,5	108,8	9,2
00:12	115,0	104,2	105,5	105,3	107,1	107,1	112,6	108,6	113,2	113,3	109,3	108,6	9,2
00:14	114,9	103,8	105,0	105,0	106,6	106,6	112,1	108,1	112,7	112,9	108,8	108,1	9,2
00:16	114,8	103,5	104,6	104,6	106,2	106,2	111,7	107,8	112,3	112,5	108,4	107,8	9,1
00:18	114,9	103,8	104,9	105,0	106,6	106,7	112,1	108,1	112,7	112,8	108,8	108,1	9,1
00:20	115,1	104,4	105,7	105,5	107,1	107,2	112,7	108,6	113,4	113,5	109,4	108,7	9,2
00:22	115,2	104,6	105,9	105,6	107,3	107,4	112,7	108,8	113,5	113,5	109,5	108,9	9,0
00:24	115,0	104,1	105,5	105,4	107,0	107,1	112,5	108,6	113,2	113,4	109,3	108,6	9,4
00:26	114,8	103,6	104,6	104,6	106,2	106,2	111,7	107,8	112,3	112,5	108,4	107,8	9,0
00:28	115,0	104,1	105,4	105,3	106,6	107,1	112,6	108,6	113,5	112,9	109,3	108,5	9,4
00:30	114,8	103,7	105,0	105,3	106,6	106,2	112,1	108,0	113,7	112,5	108,7	108,2	10,0
00:32	114,8	104,0	105,2	105,5	106,9	107,0	112,1	108,0	112,3	113,4	108,4	108,3	9,5
00:34	115,0	104,4	105,4	105,4	107,1	107,4	111,7	107,8	113,2	112,8	109,2	108,4	8,8
00:36	115,2	103,5	105,7	105,5	107,0	107,3	112,7	108,6	112,7	112,5	108,4	108,5	9,2
00:38	115,1	103,9	105,6	105,1	107,2	107,3	112,7	108,7	112,9	112,8	109,5	108,6	9,0
00:40	115,2	104,6	105,5	104,6	107,3	107,1	112,6	108,6	113,2	113,4	109,3	108,6	8,9
00:42	115,0	103,8	104,6	105,4	107,1	106,6	112,1	108,0	113,4	112,8	109,3	108,3	9,6
00:44	114,8	103,5	104,6	105,5	107,1	106,2	111,1	107,8	113,5	112,5	108,7	108,0	10,0
00:46	114,9	104,1	104,6	105,5	106,6	106,7	112,1	108,6	113,2	113,4	108,4	108,3	9,4
00:48	115,0	104,4	104,9	105,5	106,6	107,2	112,7	108,7	112,7	113,5	109,2	108,5	9,2
00:50	115,2	104,6	105,7	105,6	107,1	107,4	112,7	108,8	112,3	113,4	109,4	108,7	8,9
00:52	115,0	104,1	105,9	105,4	107,3	107,4	112,5	108,1	113,2	113,5	108,4	108,6	9,5
00:54	114,8	103,8	105,5	105,5	107,1	107,1	111,7	108,8	112,7	113,4	108,8	108,4	9,7
00:56	115,0	104,1	105,0	104,6	106,6	106,7	111,7	108,6	112,3	112,5	108,4	108,0	8,5
00:58	114,8	104,4	105,0	105,4	106,6	107,4	111,7	108,0	113,2	112,8	108,8	108,3	8,8
01:00	115,0	104,1	104,6	105,5	106,2	107,3	112,7	107,8	112,7	112,5	108,8	108,2	8,6

T. Promedio	104,0	105,2	105,2	106,8	107,0	112,2	108,3	112,9	113,1	109,0	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	104,6	105,9	105,6	107,3	107,4	112,7	108,8	113,7	113,5	109,5	
T. Mínimo	103,5	104,6	104,6	106,2	106,2	111,1	107,8	112,3	112,5	108,4	
DTT	1,1	1,3	1,0	1,1	1,2	1,6	1,0	1,4	1,0	1,1	108,4

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	113,7	0,2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	103,5	0,2
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,6	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	9,1	0,1
Estabilidad (±)	0,80	0,04
Uniformidad	10,0	0,1



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



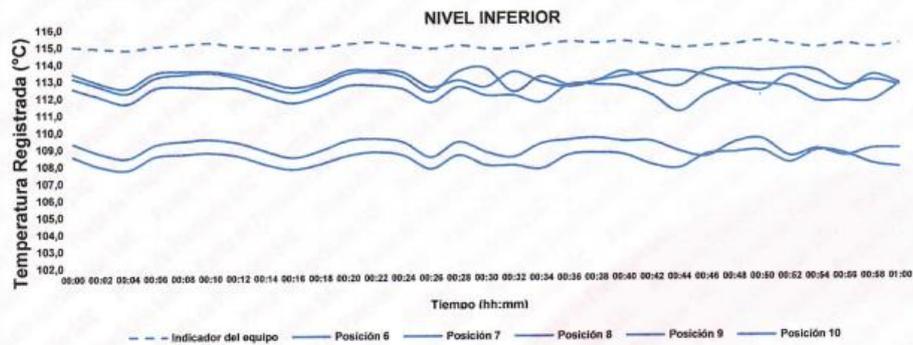
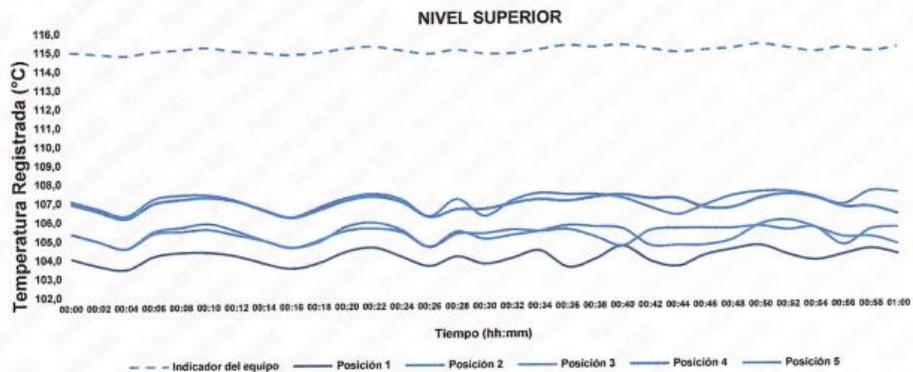
# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

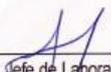
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-466-2023  
Página 4 de 5

## 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP/N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-466-2023  
Página 5 de 5

## Nomenclatura

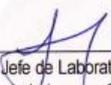
T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
$\Delta T$ .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

## Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2877-2023

Página 1 de 3

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisión : 2023-08-18

1. Solicitante : LABORATORIO Z Y M  
Dirección : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

2. Instrumento de medición : TAMIZ  
Marca : ORION  
Modelo : NO INDICA  
Número de serie : 18H87  
Valor de abertura : 19 mm  
N° de Tamiz : 34 in.  
Diámetro del alambre : 3,15 mm  
Material : BRONCE  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de calibración : 2023-08-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

#### 4. Lugar de calibración

CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2877-2023

Página 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	25,9	25,9
Humedad relativa (%hr)	73	73

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Micrómetro de interiores de 1 µm.	LLA-610-2022
KOSSODO METROLOGIA S.A.C.	Pie de rey con una incertidumbre máxima de 9,7 µm.	DM22-C-0234-2022

## 7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 30 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

## 8. Resultados de medición

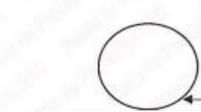
	Valor nominal de apertura (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Error máximo permitido (mm)
Horizontal	19,000	18,950	-0,050	0,002	0,522
Vertical		18,978	-0,022	0,002	0,522

	Abertura máxima permitida (mm)	Abertura máxima encontrada (mm)	Máxima desviación permitida (mm)	Desviación estándar encontrada (mm)
Horizontal	20,010	19,157	0,393	0,122
Vertical		19,329		0,177

	Valor nominal del diámetro (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Horizontal	3,150	3,433	0,283	0,017
Vertical		3,423	0,273	0,017

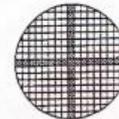
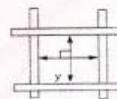
	Diámetro Máximo permitido (mm)	Diámetro Máximo encontrado (mm)	Diámetro Mínimo permitido (mm)	Diámetro Mínimo encontrado (mm)
Horizontal	3,600	3,460	2,700	3,410
Vertical		3,450		3,410

Mediciones verticales



Mediciones horizontales

Placa grabada y/o Indicaciones técnicas del tamiz



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2877-2023

Página 3 de 3

### ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 19 mm						MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 19 mm					
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm						Las mediciones se realizaron en las unidades de mm					
19,128	18,893	18,882	18,901	18,955	19,103	18,922	18,863	19,201	19,087	19,235	19,103
19,157	18,874	18,863	18,845	19,128	18,792	19,229	18,955	18,973	18,792	18,825	18,966
19,128	18,766	18,952	18,926	18,847	18,974	18,991	18,824	18,752	18,688	18,882	19,244
18,839	18,955	18,901	18,955	19,103	19,157	19,128	19,329	19,103	19,229	18,955	18,973
18,874	18,863	18,845	19,128	18,792	18,952	18,792	18,825	18,966	18,991	18,824	18,888

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2883-2023**

Página 1 de 3

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisión : 2023-08-18

**1. Solicitante** : LABORATORIO Z Y M

Dirección : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

**2. Instrumento de medición** : TAMIZ

Marca : ORION

Modelo : NO INDICA

Número de serie : 21Q54

Valor de abertura : 2 mm

N° de Tamiz : No. 10

Diametro del alambre : 0,9 mm

Material : BRONCE

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de calibración : 2023-08-18

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

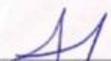
**3. Método de calibración**

La calibración se realizó mediante comparación directa sin contacto según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

**4. Lugar de calibración**

CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2883-2023

Página 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	26,5	26,6
Humedad relativa (%hr)	67	67

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Reticula microscópica con una incertidumbre máxima de 1,1 µm.	LLA-068-2022

## 7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 50 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

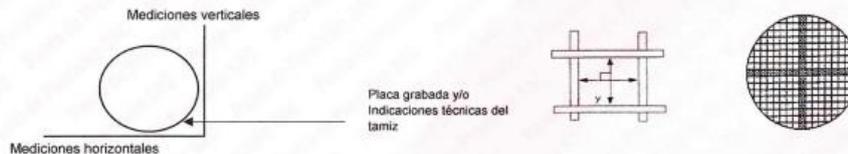
## 8. Resultados de medición

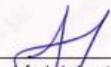
	Valor nominal de apertura (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Error máximo permitido (mm)
Horizontal	2,000	1,983	-0,017	0,002	0,059
Vertical		1,994	-0,006	0,002	0,059

	Abertura máxima permitida (mm)	Abertura máxima encontrada (mm)	Máxima desviación permitida (mm)	Desviación estándar encontrada (mm)
Horizontal	2,200	1,998	0,064	0,008
Vertical		2,015		0,012

	Valor nominal del diámetro (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Horizontal	0,900	0,891	-0,009	0,004
Vertical		0,895	-0,005	0,004

	Diámetro Máximo permitido (mm)	Diámetro Máximo encontrado (mm)	Diámetro Mínimo permitido (mm)	Diámetro Mínimo encontrado (mm)
Horizontal	1,040	0,925	0,770	0,869
Vertical		0,912		0,874



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LL-2883-2023

Página 3 de 3

### ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 2 mm						MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 2 mm					
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm						Las mediciones se realizaron en las unidades de mm					
1,989	1,985	1,982	1,975	1,996	1,975	2,010	2,008	1,992	1,998	1,989	2,008
1,988	1,982	1,979	1,985	1,992	1,969	2,012	1,986	1,992	1,978	1,996	1,982
1,981	1,982	1,972	1,969	1,975	1,987	1,979	1,986	1,998	1,999	2,002	2,010
1,998	1,976	1,982	1,985	1,992	1,998	2,015	1,965	1,989	1,998	1,986	1,986
1,982	1,989	1,975	1,969	1,992	1,987	2,015	1,982	1,996	2,010	1,978	2,015
1,975	1,976	1,996	1,976	1,975	1,998	1,989	2,010	1,982	2,008	1,992	1,989
1,982	1,985	1,996	1,975	1,988	1,972	1,998	1,978	1,986	1,996	1,986	1,986
1,981	1,992	1,975	1,982	1,982	1,969	1,992	1,992	1,978	1,986	2,002	2,012
1,987	1,982	---	---	---	---	1,992	1,998	---	---	---	---

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-642-2023**

Página : 1 de 2

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisión : 2023-08-18

1. Solicitante : LABORATORIO Z Y M

Dirección : CALLE JUAN VELASCO ALVARADO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : ORION  
Modelo de Prensa : SUD35  
Serie de Prensa : 19010701

Marca de Celda : OHAUS  
Modelo de Celda : T31P  
Serie de Celda : B736628482  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : MITUTOYO  
Modelo de Indicador : 24165  
Serie de Indicador : UZW352

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CALLE JUAN VELASCO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA  
16 - AGOSTO - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,7	27,7
Humedad %	65	65

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-642-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	499,05	499,50	0,19	0,10	499,28	0,15	-0,09
1000	1000,00	1000,50	0,00	-0,05	1000,25	-0,02	-0,05
1500	1500,50	1500,50	-0,03	-0,03	1500,50	-0,03	0,00
2000	2000,50	2000,00	-0,03	0,00	2000,25	-0,01	0,03
2500	2502,50	2502,00	-0,10	-0,08	2502,25	-0,09	0,02
3000	3004,00	3004,50	-0,13	-0,15	3004,25	-0,14	-0,02
3500	3504,50	3504,00	-0,13	-0,11	3504,25	-0,12	0,01
4000	4002,50	4002,05	-0,06	-0,05	4002,28	-0,06	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9987x + 1,2438$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
 y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

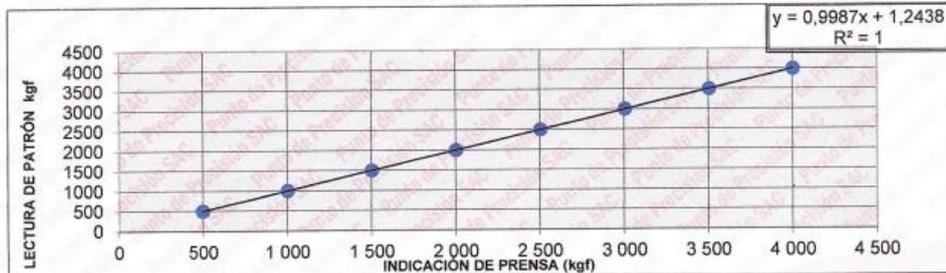
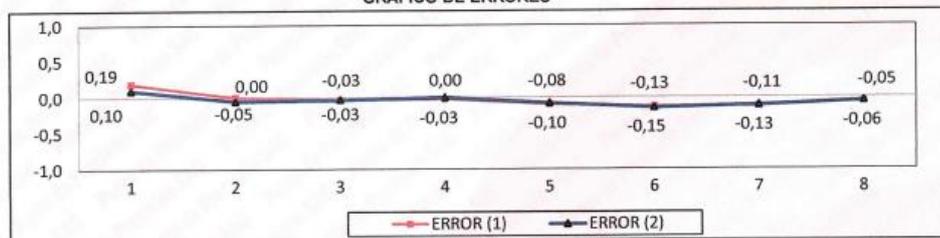


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2863-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 244-2023  
Fecha de emisión : 2023-08-18

1. Solicitante : LABORATORIO Z Y M  
Dirección : CALLE JUAN VELASCO NRO 281  
LA UNION - PIURA - PIURA

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"

Marca : ORION  
Serie : 1644  
Material : HIERRO  
Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
CALLE JUAN VELASCO NRO 281 - LA UNION - PIURA - PIURA  
15 - AGOSTO - 2023

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM22-C-0234-2022	INACAL - DM

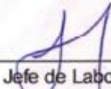
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,7	26,9
Humedad %	70	69

#### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

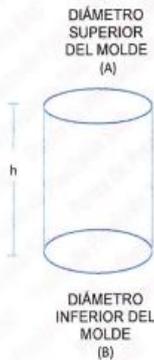


**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2863-2023

Página : 2 de 2

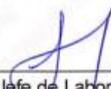
**DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES**



N° DE MEDICIONES	DIÁMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIÁMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,54	152,41	116,12
2	152,85	152,28	116,14
3	152,39	152,62	116,21
4	152,45	152,56	116,18
5	152,62	152,39	116,29
6	152,59	152,45	116,19
PROMEDIO	152,57	152,45	116,19
ESTÁNDAR	152,40	152,40	116,40
TOLERANCIAS (±)	0,70	0,70	0,50
ERROR	0,17	0,05	-0,21
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	2123 cm <sup>3</sup>		

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Anexo 10-A: Certificados de calibración de equipos topográficos:



**SOMOS MAS QUE TOPOGRAFOS**



SERVICIOS DE INGENIERIA Y TOPOGRAFIA - VENTA - ALQUILER - SERVICIO TECNICO DE ESQUIPOS TOPOGRAFICOS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**N° CE-48605/2023**

**Otorgado A:**

**ENTOPGEO E.I.R.L**

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
ESTACION TOTAL	LEICA	TS 06 PLUS	1369054

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Ángulos	Valor del Patrón	Valor Obtenido	Error	Precisión Angular
DIRECTO	00°00'00"	00°00'00"	00°00'00"	± 00°00'03"
INVERSO	180°00'00"	180°00'00"	00°00'00"	± 00°00'03"

**PATRON UTILIZADO**  
 SET COLIMADOR MODELO W550 - 3. Se hace una línea al horizonte enfocado al infinito con un grosor de 01" del trazo del retículo, este colimador es patrocinado periódicamente por un teodolito WILD modelo T2 de precisión al 01" con el método de lectura DIRECTA – INVERSA.

TOPOCAJ SRL, a través de su servicio técnico **CERTIFICA** que el equipo en mención se encuentra totalmente revisado, controlado, calibrado y 100% operativo, cumpliendo con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723), sugiriéndose una recalibración en un periodo máximo de 06 meses, aproximada al **20 de enero de 2024**.

. Nota: TOPOCAJ SRL no se responsabiliza por desajustes en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo.

FECHA DE EMISION	PROXIMA CALIBRACION	Validez de Certificado
20 – JULIO - 2023	20– ENERO - 2024	06 Meses




Jonathan R. Espinoza Bardales  
 GERENTE GENERAL  
 TOPOCAJ SERVICIOS GENERALES S.R.L.  
 RUC: 2060574220



Jr. Petateros #312 - Cajamarca  
 Calle Nicolas de Ayllon #423 - J.L.O Chiclayo



963 305 270 - Cajamarca  
 984 598 565 - Chiclayo



www.topocajsrl.com  
 contacto@topocajsrl.com

Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

Anexo 11.1: Factura por el estudio de mecánica de suelos.

<b>LABORATORIO Z Y M PIURA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b> CAL. JUAN VELASCO ALVARADO 281 FUNERARIA SANTOS LA UNION - PIURA - PIURA		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20609888955</b> <b>E001-9</b>																								
Fecha de Emisión	: 22/10/2023	Forma de pago: Contado																								
Señor(es)	: JOSE R. CAICAY DIAZ																									
RUC	: 10453301848																									
Establecimiento del Emisor	: SAN ANTONIO - CHICLAYO																									
Tipo de Moneda	: SOLES																									
Observación	:																									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																						
1.00	UNIDAD	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	800.00	0.00																						
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00		<table border="1"> <tr><td>Sub Total Ventas :</td><td>S/ 800.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td>S/ 800.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td>S/ 144.00</td></tr> <tr><td>ICBPER :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td>S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Importe Total :</td><td>S/ 944.00</td></tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 800.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 800.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 144.00	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 944.00
Sub Total Ventas :	S/ 800.00																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 800.00																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 144.00																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monto de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 944.00																									
<b>SON: NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO Y 00/100 SOLES</b>																										
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																										

Anexo 11.2: Recibo por honorarios por el estudio topográfico.

<b>ACOSTA AYALA JOSE MERCEDES</b>		<b>R.U.C. 10750948460</b>	
CASERIO CRUZ DE MEDINA - MORROPE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE		<b>RECIBO POR HONORARIOS ELECTRONICO</b>	
TELÉFONO:		<b>Nro: E001- 79</b>	
<b>Recibí de:</b> JOSE R. CAICAY DIAZ			
<b>Identificado con</b> RUC	número	10453301848	
<b>Forma de Pago:</b> AL CONTADO			
<b>Domiciliado en</b> P.J. SAN ANTONIO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE			
<b>La suma de:</b> TRES MIL SOLES			
<b>Por concepto de</b> SERVICIO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO			
<b>Observación</b> -			
<b>Inciso A</b> DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA			
<b>Fecha de emisión</b> 29 de Noviembre del 2023			
<b>Total por honorarios:</b>		3,000.00	
<b>Retención ( 8 %) IR:</b>		00.00	
<b>Total Neto Recibido:</b>		3,000.00 SOLES	

## Anexo 12. Pantallazo del turnitin

**Resumen de coincidencias** X

# 19 %

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés

19

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %	>
3	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %	>
5	idoc.pub Fuente de Internet	1 %	>
6	docplayer.es	1 %	>

Página: 1 de 92    Número de palabras: 16575    Versión solo texto del informe | Alta resolución    Activado

"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector  
Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."

## ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA EL PROYECTO:

### “ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD PARA EL SECTOR HUACAPAMPA EN CHALACO – MORROPÓN - PIURA, 2023”

#### SISTEMA DE RIEGO: HUACAPAMPA



**UBICACIÓN :**

SISTEMA DE RIEGO : HUACAPAMPA

LOCALIDAD : HUACAPAMPA

DISTRITO : CHALACO

PROVINCIA : MORROPON

DEPARTAMENTO : PIURA

Año 2023

**INDICE**

<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>I. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>3</b>
1.1. INTRODUCCION .....	3
1.2. ANTECEDENTES .....	3
1.3. OBJETIVO .....	4
1.3.1. Objetivos Generales .....	4
1.3.2. Objetivos Especificos.....	4
1.4. JUSTIFICACION .....	4
<b>II. EVALUACION HIDROLOGICA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICRO CUENCA Y DEL CURSO PRINCIPAL DE LA FUENTE NATURAL .....</b>	<b>5</b>
2.1.1. Ubicación y Delimitación del área de estudio.....	5
2.1.2. Fisiografía y Geología del Área de Estudio .....	6
2.3.3.1 Geomorfología de las unidades hidrológicas en estudio .....	6
a) Área de Micro cuenca.....	6
b) Perímetro de Micro cuenca.....	7
c) Curva Hipsométrica.....	7
d) Elevación media de la Micro cuenca .....	7
e) Frecuencia de Altitudes .....	8
f) Pendiente del cauce Principal.....	9
g) Longitud del cauce Principal.....	10
h) Coeficiente de Compacidad.....	10
i) Factor de Forma .....	10
j) Rectángulo Equivalente .....	11
k) Índice de Pendiente.....	11
l) Orden de las Corrientes de Agua .....	11
m) Densidad de drenaje. Dd.....	12
2.3.3.2 Aspecto Fisiográfico.....	13
2.3.3.3 Aspecto Ecológicos.....	13
2.1.3. Inventario de las Fuentes de Agua e Infraestructura Hidráulica del Área de estudio .....	18
2.1.3.1 Fuentes de Agua .....	18
2.1.3.2 Infraestructura Hidráulica .....	18
a. Captación .....	18
b. Reservoirio existente.....	18
c. Canal Existente .....	18
2.1.4. Accesibilidad – Vías de Comunicación .....	18
2.1.5. Calidad de Agua .....	19
a) Análisis de la Calidad del Agua .....	19
b) Evaluación de la Calidad de Agua con Fines Agrícolas.....	19
<b>2.2. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEREOLÓGICA E HIDROMÉTRICA</b>	<b>20</b>
2.2.1. Análisis de las Variables Meteorológicas .....	20
2.2.1.1. Precipitación .....	21
2.2.1.2. Temperatura .....	24
2.2.1.3. Humedad relativa .....	25

**"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector  
Huacapampa en Chalaco – Morropón – Piura, 2023."**

2.2.2.	Tratamiento de la Información Pluviométrica e Hidrométrica.....	26
2.2.2.1.	Análisis de Consistencia de la Información Pluviométrica .....	27
a)	Análisis Visual de Histogramas .....	27
b)	Análisis de Doble Masa.....	31
c)	Análisis Estadístico .....	34
2.2.2.2.	Extrapolación de la Precipitación media mensual (P) .....	35
a.	Precipitación Areal en la Microcuenca de aporte Los Potros.....	35
b.	Precipitación Media Mensual Generada para la Microcuenca de aporte Los Potros .....	36
c.	Análisis de Persistencia de la Precipitación Media Mensual .....	37
<b>2.3.</b>	<b>OFERTA HIDRICA.....</b>	<b>39</b>
2.3.1.	Disponibilidad hídrica en el punto de Captación del Sistema de Riego Huacapampa: Micro cuenca de aporte Los Potros.....	39
2.3.2.	Análisis de Persistencia de los Caudales y Volúmenes Medios Mensuales Generados en la Micro cuenca de aporte Los Potros. ....	39
2.3.3.	Análisis de Máximas Avenidas en el Punto de Interés Sobre la Microcuenca de aporte Los Potros ..40	
2.3.3.1	Información Hidrológica .....	40
2.3.3.2	Periodos de Retorno .....	42
2.3.3.3	Análisis de distribuciones teóricas de precipitación máxima de 24 horas .....	42
2.3.3.4	Tiempo de Concentración .....	43
i.	<i>Fórmula de Kirpich</i> .....	44
ii.	<i>Fórmula de Hathaway</i> .....	44
iii.	<i>Fórmula de US CORPS OF ENGINEERS</i> .....	44
iv.	<i>Fórmula de ROWE</i> .....	44
v.	<i>Fórmula Del Forest Resources División, FAO</i> .....	45
vi.	<i>Fórmula de E. Basso</i> .....	45
vii.	<i>Fórmula de Ven Te Chow</i> .....	45
viii.	<i>Formula Basada en la Velocidad de Onda de Avenida</i> .....	45
2.3.3.5	Hietograma Sintético: Basado en las Tormentas de diseño tipo NRCS .....	46
2.3.3.6	Calculo del Caudal Máximo ( $Q_{m\acute{a}x}$ ).....	49
2.3.3.7	Calculo del Tirante Máximo ( $Y_{m\acute{a}x}$ ) .....	50
<b>2.4.</b>	<b>USOS Y DEMANDAS DE AGUA .....</b>	<b>51</b>
2.4.1.	Aspectos Generales .....	51
2.4.2.	Demanda de Agua Actual .....	51
2.4.3.	Demanda de Agua Futura con Fines Agrarios .....	51
2.4.4.	Evapotranspiración Potencial (ETP).....	51
2.4.5.	<i>Cedula de Cultivo</i> .....	52
2.4.6.	Coefficiente de Cultivo $K_c$ .....	54
2.4.7.	Precipitación Efectiva al 75% - Zona de Cultivos.....	54
2.4.8.	Precipitación Efectiva.....	54
2.4.9.	<i>Demanda de Agua</i> .....	55
2.4.10.	Evapotranspiración Real .....	55
2.4.11.	Consumo Teórico o Demanda Unitaria.....	55
2.4.12.	Eficiencia de Riego del Proyecto (Ef) .....	56
2.4.13.	Módulo de Riego (MR).....	56
2.4.14.	Caudal de Requerido (Q) .....	56
2.4.15.	Volumen de Agua $mm^3$ .....	56
<b>2.5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
2.5.1	Conclusiones.....	57
2.5.2	Recomendaciones.....	58

## **II. EVALUACION HIDROLOGICA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICRO CUENCA Y DEL CURSO PRINCIPAL DE LA FUENTE NATURAL**

#### **2.1.1. Ubicación y Delimitación del área de estudio**

##### **Política:**

Región : Piura  
Provincia : Morropón  
Distrito : Chalaco  
Localidad : Huacapampa

##### **Geográfica:**

La Microcuenca de aporte Los Potros, hasta el punto de captación proyectado, se ubica entre las coordenadas UTM: 0632413 m E y 9444264 m N ; además a una altitud comprendida entre los 2200 y 3300 msnm.

##### **Hidrográfica:**

La Microcuenca de aporte Los Potros, se ubica en la parte alta de la Cuenca del río Piura (alto Piura).

El escurrimiento natural de la Micro cuenca se origina como consecuencia de las precipitaciones estacionales. En época de estiaje, durante los meses de mayo a octubre, las quebradas de aporte cuentan con caudal permanente, debido al flujo hipodérmico.

##### **Administrativa:**

En la actualidad el comité de usuarios no se encuentra reconocido por el A.L.A, pero están dispuestos a ser formalizados.

La municipalidad es el ente que brindara el mantenimiento de la infraestructura hasta la formalización.

**Ubicación de la captación proyectada:**

La captación proyectada, se ubica en las coordenadas Datum: WGS 84 zona 17M 0632413 m E y 9444264 m N, cuya fuente natural es la quebrada Totoral, aportante de la Microcuenca los potros.

Altitud media Micro cuenca de aporte hídrico = 2676.50 msnm.

Punto de captación del ante canal = 2382 msnm.

**2.1.2. Fisiografía y Geología del Área de Estudio**

**2.3.3.1 Geomorfología de las unidades hidrológicas en estudio**

Las características geomorfológicas que se consideran en el presente estudio están referidas a la Microcuenca de aporte Los Potros, desde el punto de captación proyectada, hacia aguas arriba de la misma, cuya delimitación de área de aporte hídrico se ha realizado en formato shape usando como base GDEM ASTER del del Geo servidor del MINAM (S12W77 Y S13W77), Coordenadas UTM WGS 84, zona 18S, cuya característica geomorfológica se muestran a continuación.

**a) Área de Micro cuenca**

Se delimitó la Micro cuenca de aporte, teniendo como referencia el punto de control antes mencionado y linderos del parteaguas, FIGURA N° 2. 1.

El área total de la Microcuenca de aporte Los Potros, es de 20 899.54 Km<sup>2</sup>.

**FIGURA N° 2. 1: DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA DE APOORTE LOS POTROS**



*Fuente: Elaboración del equipo de trabajo*

b) **Perímetro de Micro cuenca**

El perímetro total de la Microcuenca de aporte Los, es de 766.76 Km.

c) **Curva Hipsométrica**

Es utilizada para representar gráficamente cotas de terreno en función de las superficies que encierran. Para su trazado se debe tener en cuenta que sobre la sección de control (altitud mínima de la Micro cuenca), se tiene el cien por ciento de su superficie.

Llamada también Curva de Área – Elevación, representa gráficamente las elevaciones del terreno en función de las superficies correspondientes. La curva hipsométrica para la Micro cuenca de aporte del presente proyecto, hasta sus puntos de control, se muestra en la FIGURA N° 2. 2.

**FIGURA N° 2. 2: CURVA HIPSOMÉTRICA-MICROCUENCA DE APOORTE LOS POTROS: SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA**



Fuente: Elaboración del equipo de trabajo

d) **Elevación media de la Micro cuenca**

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación – área de la Micro cuenca. La altura o elevación media tiene importancia principalmente en zonas montañosas donde influye en el escurrimiento y en otros elementos que también afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, etc.

**"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón – Piura, 2023."**

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n (Cota\ media\ de\ la\ clase\ x\ Area)}{\sum_{i=1}^n (Area_i)}$$

La altitud media de la Quebrada de aporte para el presente proyecto, se muestra en el CUADRO N° 2. 1.

**CUADRO N° 2. 1: ALTITUD MEDIA MICROCUENCA DE APOORTE LOS POTROS: SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA.**

N°	Curvas de nivel (m)		An (km2)	Em (m)	Sum. axe
	Min	Max			
1	2020	2100	2320	2060	4779200
2	2100	2300	2499	2200	5497800
3	2300	2500	2680	2400	6432000
4	2500	2700	2890	2600	7514000
5	2700	2900	3110	2800	8708000
6	2900	3100	3376	3000	10128000
7	3100	3300	4024.54	3200	12878528
Area Total			20899.54		55937528
			<b>Em=</b>	<b>2676.5</b>	<b>m.s.n.m</b>

*Fuente: Elaboración del equipo de trabajo*

Los resultados indican que la altitud media de la Microcuenca de aporte Los Potros hasta el punto de captación proyectada del sistema de riego Huacapampa (Cota 2382.00 msnm).

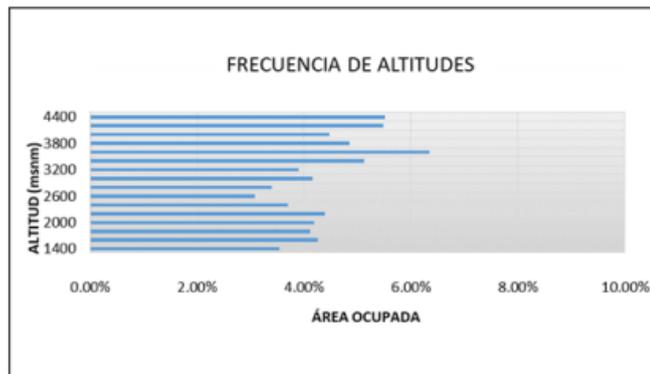
**e) Frecuencia de Altitudes**

Se denomina así a la representación gráfica de la relación existente entre altitud y la Relación porcentual del área a esa altitud con respecto al área total. En el polígono de frecuencias existen valores representativos como: la altitud más Frecuente, que es el polígono de mayor porcentaje o frecuencia.

La distribución gráfica del porcentaje de superficies ocupadas por diferentes rangos de altitud para la Quebrada de aporte para el presente proyecto, se muestra en la figura 2.3

**.FIGURA N° 2. 3: POLÍGONO DE FRECUENCIA DE ALTITUDES: MICROCUENCA DE APOORTE LOS POTROS: SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA**

**\*Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacacampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023.\***



*Fuente: Elaboración del equipo de trabajo*

**f) Pendiente del cauce Principal**

Es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico. Se calculó mediante los métodos de diferencia de cotas, Taylor Schwartz y áreas compensadas.

El método de Taylor y Schwartz, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$S = \left[ \frac{\sum Li}{\sum \frac{Li}{S_i^{1/2}}} \right]^2$$

Donde:

Li: Longitud del tramo i.

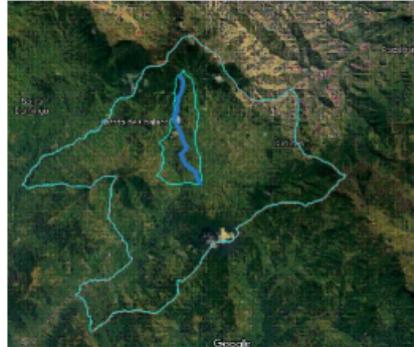
Si: Pendiente de cada tramo S = H / Li.

S: Pendiente media del cauce.

El Anexo N° 3.1: Características Geomorfológicas, muestra el cálculo de la pendiente del cauce principal de la Micro cuenca de aporte para el presente proyecto, con los métodos indicados

La pendiente del cauce principal de la Microcuenca de aporte Los Potros: Sistema de riego Huacacampa, es igual a 9.30%.

**FIGURA N° 2. 4: IMAGEN SATELITAL DE LA FISIOGRAFÍA DE LA MICROCUENCA DE APORTE LOS  
POTROS**



Fuente: Google Earth Pro

**g) Longitud del cauce Principal**

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el cauce principal, desde la cabecera de la Micro cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta el punto control.

La longitud del cauce principal Microcuenca de aporte Los Potros: Sistema de riego Huacacampa, es igual a 329.62 km.

**h) Coeficiente de Compacidad**

Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la Micro cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la Micro cuenca.

El coeficiente de compacidad de la Microcuenca de aporte Los Potros, es igual a 1.87, lo que indica que la unidad hidrológica de aporte es a oblonga a rectangular oblonga, que reduce la probabilidad de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta.

**i) Factor de Forma**

Parámetro adimensional que relaciona el ancho de la Micro cuenca entre la longitud del cauce principal.

El factor de forma de la Microcuenca de aporte Los Potros, tienen un valor igual a 0.26, por lo tanto, se tienen pocas probabilidades de tener crecientes simultaneas sobre toda la Micro cuenca.

**"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."**

cuarto orden. En la FIGURA N° 2. 5, se muestra el Orden de corrientes de agua correspondiente a la Microcuenca de aporte Los Potros.

**FIGURA N° 2. 5: ORDEN DE LAS CORRIENTES DE AGUA: MICROCUENCA DE APOORTE LOS POTROS: SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA.**



*Fuente: Elaboración del equipo de trabajo*

**m) Densidad de drenaje. Dd**

Es la relación de total de longitudes de cauces dividido entre el área de drenaje.

$$Dd = Lt/A.$$

La densidad de drenaje Microcuenca de aporte Los Potros, es igual a 0.51.

El resumen las características de geomorfología se muestra en el CUADRO N° 2. 2

**j) Rectángulo Equivalente**

- Microcuenca de aporte Los Potros: Sistema de riego Huacapampa.

La longitud del lado mayor del rectángulo es igual a 300.04 km.

La longitud del lado menor del rectángulo es igual a 117.51 km.

Pendiente promedio de la Micro cuenca es igual a 9.30 %.

**k) Índice de Pendiente**

Es una ponderación que se establece entre las pendientes y el tramo recorrido por el río. Con este valor se puede establecer el tipo de granulometría que se encuentra en el cauce. Además, expresa en cierto modo, el relieve de la Micro cuenca. Se obtiene utilizando el rectángulo equivalente, con la siguiente ecuación:

$$I_p = \sum_{i=2}^n \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}}$$

*Donde:*

*I<sub>p</sub>: Índice de pendiente*

*n: Número de curvas de nivel existente en el rectángulo equivalente, incluido los extremos*

*a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>..., a<sub>n</sub>: Cotas de la n curvas de nivel consideradas, en km*

*β: Fracción de la superficie total de la Micro cuenca comprendida entre las cotas a<sub>i</sub>-a<sub>i-1</sub>*

*β: A<sub>i</sub> / A<sub>t</sub>*

*L: Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente, en km*

El índice de pendiente de la Microcuenca de aporte Los Potros: Sistema de riego Huacapampa, según las longitudes del rectángulo equivalente y las cotas, es igual a 0.21.

**l) Orden de las Corrientes de Agua**

El sistema de drenaje de las Quebradas de aporte para el presente proyecto, está constituido por la corriente principal y sus tributarios; su importancia es capital para definir los efectos y la rapidez del drenado de los escurrimientos.

La Microcuenca de aporte Los Potros, es alimentada de aguas superficiales provenientes de las lluvias, acumuladas en todo su recorrido. Se empleó el método de Strahler, se tiene corriente de

### 2.1.3. Inventario de las Fuentes de Agua e Infraestructura Hidráulica del Área de estudio

#### 2.1.3.1 Fuentes de Agua

La fuente de agua para el presente sistema de riego, es la fuente superficial denominada Microcuenca de aporte Los Potros, misma que es alimentada por escurrimiento natural de la Micro cuenca. Se origina como consecuencia de las precipitaciones estacionales en las partes altas, en época de estiaje, durante los meses de mayo a octubre, la quebrada de aporte cuenta con caudal permanente, debido al flujo hipodémico.

#### 2.1.3.2 Infraestructura Hidráulica

En la situación actual, en el punto de captación cuenta con un sistema colapsado, la misma que se describe a continuación:

##### a. Captación

No existe una captación directa, solo una captación rustica hecha con piedras, esta fue hecha por la población, fue destruida debido a las fuertes caudales en épocas de avenidas por el fenómeno del niño.

##### b. Reservorio existente

Existe un reservorio el cual al no tener una infraestructura para desripiar o desarenar, fue totalmente colmatada, debido a las fuertes caudales en épocas de avenidas por el fenómeno del niño.

##### c. Canal Existente

De acuerdo a lo constatado en campo, el canal de concreto, fue totalmente destruido, y contaba con una longitud aproximada de 502.17 metros, el sistema de conducción es mediante un canal de tierra de sección de 0.40m x 0.40m.

### 2.1.4. Accesibilidad – Vías de Comunicación

Para acceder a la zona del reservorio Huacapampa, el cual se encuentra en el Caserío de Huacapampa, en el Distrito de Chalaco, la principal vía de acceso por la cual se puede llegar

**"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector  
Huacapampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."**

desde la ciudad de Piura, hasta el distrito de chalaco y luego mediante trocha carrozable hasta el caserío.

El área de estudio es accesible desde Piura, ver CUADRO N°2,4, haciendo un recorrido total de 178.17 Km, realizando 4 hora y 30 minutos de viaje aproximadamente.

**CUADRO N° 2. 3: VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO**

Vía	Localidades	Tiempo (hr)	Km
Carretera Asfaltada	Piura-Morropón	75 min	87.00
Carretera Afirmada	Morropón - Chalaco-	180 min	81.17
Trocha Carrozable	Chalaco- Huacapampa	15 min	10.00

*Fuente: Elaboración del equipo de trabajo*

#### 2.1.5. Calidad de Agua

##### a) Análisis de la Calidad del Agua

La calidad del agua para riego es adecuado y es deducible ya que con ellas vienen cultivando cientos de años, y la producción local va al mercado distrital, regional y nacional sin presentar a la fecha ningún tipo de opinión negativa, para este caso de infraestructura antigua, no es necesario determinar la calidad, pero según el análisis para la selección de parámetros, los criterios de interpretación de calidad de agua han sido tomados de la Legislación Ambiental vigente, calidad de agua para diferentes usos, Clase III para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales de la Ley de recursos hídricos N° 29338, para cursos de agua superficial. Los resultados del análisis de aguas de las muestras tomadas dentro del ámbito de estudio.

##### b) Evaluación de la Calidad de Agua con Fines Agrícolas

El agua de la parte alta de la sub cuenca del rio chalaco, son de la clase  $C_1 - S_1$ , por lo tanto, son aguas de buena calidad para su uso en el riego de plantas, ya que no representa problemas de salinidad para el suelo de pérdida de infiltración por la cantidad de sodio que contiene.

$C_1$ , corresponde a un valor de salinidad bajo, es clasificada como un agua de buena calidad para riego de diferentes cultivos.

**"Análisis de la demanda hídrica y propuesta de diseño del sistema de riego por gravedad para el sector Huacacampa en Chalaco – Morropón - Piura, 2023."**

S<sub>1</sub>. Puede usar para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.

La aptitud del agua para riego se aprecia generalmente por el análisis químico que comprende los cationes del calcio, magnesio, sodio, potasio, aniones cloro, sulfato, carbonato y nitrato. Para la clasificación del agua para riego se ha seguido los estándares presentados en el CUADRO N° 2. .

**CUADRO N° 2. 4: VALORES RECOMENDABLES DEL AGUA PARA RIEGO**

PARAMETROS	Símbolos	Unidad	Valores Normales en Aguas de Riego
<b>SALINIDAD</b>			
<b>Contenido de Sales</b>			
Conductividad Eléctrica	Eca	dS/m	0-3
Total Sólidos en Solución	TSS	mg/l	0-2000
<b>CATIONES Y ANIONES</b>			
Calcio	Ca <sup>++</sup>	mg/l	0-20
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	mg/l	0-5
Sodio	Na <sup>+</sup>	mg/l	0-40
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0-0.1
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0-10
Cloro	Cl <sup>-</sup>	mg/l	0-30
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0-20
<b>NUTRIENTES</b>			
Nitrato-Nitrógeno	NO-N	mg/l	0-10
Amonio- Nitrógeno	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0-5
Fosfato-Fosforo	PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0-2
Potasio	k <sup>+</sup>	mg/l	0-2
<b>VARIOS</b>			
Boro	B	mg/l	0-2
Acidez o Basicidad	Ph	1.0 -1.4	6-8.5
Relación de Adsorción de Sodio	RAS		0-15

**2.2. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN METEREOLÓGICA E HIDROMETRICA**

**2.2.1. Análisis de las Variables Meteorológicas**

Los principales parámetros climáticos que definen o caracteriza el clima de la Microcuenca de aporte Los Potros son: precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento; son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la Quebrada de aporte.

Estos parámetros provienen de los registros de las distintas estaciones meteorológicas instaladas en las Sub Micro cuencas vecinas. A continuación, se muestra la descripción de los parámetros climatológicos.

#### 2.2.1.1. Precipitación

La precipitación se considera como la primera variable hidrológica y es la entrada natural del agua, dentro del balance hídrico de los agro-ecosistemas y de las Micro cuencas hidrográficas.

La información pluviométrica disponible en la zona de estudio correspondiente a la Microcuenca de aporte Los Potros, corresponde a una red de cuatro (04) estaciones meteorológicas, las que están ubicadas cercanas a las Quebradas de aporte. Ver Cuadro N° 2.

**Cuadro N° 2. 5: Ubicación de las estaciones pluviométricas  
consideradas en el estudio**

Estación	Periodo	Longitud (W)	Latitud (S)	Pp Total Anual (mm)
Morropón	1999-2014	76°46' 46"	9°42'42"	278.5
Carrasquillo	1999-2014	76°48'1"	9°41'9"	531.2
San Pedro	1999-2014	76°48'1"	9°41'9"	609.9

Fuente: Elaboración Equipo de Trabajo

En el Cuadro N° 2. y

Figura N° 2. , se muestra la variación mensual de la precipitación media para la estación Morropón.

### 2.3.3.6 Cálculo del Caudal Máximo ( $Q_{m\acute{a}x}$ )

En el presente estudio, se utilizó el SOFTWARE HEC HMS 4.20 para el cálculo del caudal máximo en la Microcuenca de aporte Los Potros, Sistema Huacapampa, con punto de captación en la cota 212.0 msnm. Teniendo como datos.

$T_c$  = (CUADRO N° 2)

Área de Micro cuenca A = (CUADRO N° 2. 2)

Número de curva CN: 72.0

% de área impermeable = 0.00

Precipitación máxima para periodo de retorno = (CUADRO N° 2. )

Hietograma incremental = Generado con el software US ARMY HEC DSSVUE a partir del CUADRO N° 2. 3 y FIGURA N° 2. .

A continuación, se tienen los resultados de caudales picos para periodos de retorno de 25, 50 y 500 años, para el diseño de las obras arte y obras de captación.

**CUADRO N° 2. 30: RESUMEN DE RESULTADOS DE CAUDALES MÁXIMOS:  
Microcuenca de aporte Los Potros – SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA**

<b>Tr (años)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/seg)</b>
25	62.26
50	71.09
100	81.76
200	90.32
500	100.16

Fuente: Elaboración Equipo de Trabajo

**FIGURA N° 2. 22: MODELO HEC HMS: Microcuenca de aporte Los Potros: SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA**



Fuente: Elaboración Equipo de Trabajo

**2.3.3.7 Calculo del Tirante Máximo ( $Y_{m\acute{a}x}$ )**

Se calculó los tirantes máximos a partir de los caudales máximos para 100, 200 y 500 años de  $Tr$ , obteniéndose lo siguiente. VER CUADRO N° 2.31 a

**CUADRO N° 2.31 a: RESUMEN DE RESULTADOS DE TIRANTES MÁXIMOS: Cuenca de aporte Los Potros – SISTEMA DE RIEGO HUACAPAMPA**

$Tr$ (años)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal con factor (1.15) en m <sup>3</sup> /s	ancho del cauce (m)	$n$ para cauces naturales	Pendiente (s)	Tirante Max(m)
100	81.76	94.02	25	0.05	0.047	0.95
200	90.32	103.87	25	0.05	0.047	1.01
500	100.16	115.18	25	0.05	0.047	1.07

Fuente: Elaboración Equipo de Trabajo

**CUADRO N° 2. 32: CÉDULA DE CULTIVO DE LA ZONA DE ESTUDIO  
(SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD HUACAPAMPA)**

CULTIVO BASE	Area Parcial (ha)	Area (%)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
AJI AMARILLO	80,52	18,60%	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52	80,52
MAIZ AMARILLO	100,43	23,20%	100,43	100,43	100,43	100,43						100,43	100,43	100,43
FRUTALES	60,53	13,98%	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53	60,53
<b>AREA TOTAL CULTIVADO POR MES (Has)</b>	<b>432,93</b>	<b>100,00%</b>	<b>432,93</b>	<b>432,93</b>	<b>432,93</b>	<b>432,93</b>	<b>273,1</b>	<b>186,45</b>	<b>186,45</b>	<b>273,1</b>	<b>273,1</b>	<b>373,53</b>	<b>432,93</b>	<b>432,93</b>

Fuente: Elaboración Equipo de Trabajo

Área Máximo de riego simultaneo.....432.93 Ha.

## 2.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.5.1 Conclusiones

- ☞ La Microcuenca de aporte Los Potros, está localizada en la región Piura, enmarcándose en la provincia Morropón y en el distrito de Chalaco, pertenece a la parte media de la Subcuenca del río Chalaco, el punto de captación proyectado se encuentra entre las coordenadas UTM: Datum: WGS 84 zona 18S: 367502.1 m E y 9443253.4 mN, cuya fuente natural es el río Chalaco; presenta un área de drenaje total de 20 899.54 km<sup>2</sup>, una altitud media de 2 676.5 msnm, una longitud máxima de recorrido desde sus nacientes hasta el punto de captación igual a 135.64 km; presenta una pendiente promedio de 4.71 %.
- ☞ La Microcuenca de aporte Los Potros, tiene sus orígenes en las cumbres con altitudes superiores a los 2650 msnm, alimentándose con las precipitaciones que caen en la parte alta de su Microcuenca colectora.
- ☞ La precipitación total mensual utilizados fueron de las estaciones Morropón, Carrasquillo y San Pedro, las precipitaciones máximas diarias utilizadas fueron de la estación de San Pedro, los 20 últimos años de registro (1995-2014); para estimar la evapotranspiración en área de cultivos fue utilizada la información de la estación meteorológica de Morropón.
- ☞ Los caudales punta determinado con HEC HMS para la Microcuenca de aporte Los Potros, para el periodo de retorno de 25, 50, 100, 200 y 500 años en la bocatoma proyectada son para Tr = 25 años Q = 8.26 m<sup>3</sup>/s , Tr = 50 años Q = 10.09 m<sup>3</sup>/s, Tr = 100 años Q = 15.76 m<sup>3</sup>/s, Tr = 200 años Q = 17.32 m<sup>3</sup>/s y Tr = 500 años Q = 20.16
- ☞ Los caudales punta determinado con HEC HMS para la Microcuenca de aporte Los Potros, para el periodo de retorno de 25, 50, 100, 200 y 500 años en la bocatoma proyectada son para La Microcuenca de aporte Los Potros es una zona con alto tránsito de piedras y sedimentos en épocas de avenida por lo que será necesario tomar en cuenta una profundidad de socavación de 1.50 m, para efectos de diseño.
- ☞ La estructura de captación se debe diseñar para soportar cargas de agua con presencia de piedras, provenientes de la parte alta de la Microcuenca de aporte por lo cual se recomienda una bocatoma mixta.

## 2.5.2 Recomendaciones

- ☞ La recomendación del presente estudio es que se formalice y sensibilice a los beneficiarios sobre la importancia de estar reconocidos y del pago de tarifa de agua, de tal forma que durante la fase de operación se establezca esta tarifa y/o cuotas para la sostenibilidad del proyecto.